



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y
BIOCIENCIAS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARITZAKO ETA BIOZIENTZIETAKO GOI MAILAKO
ESKOLA TEKNIKO***

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL BANCO DE ALIMENTOS DE NAVARRA

presentado por

MARÍA ALEJANDRA ARMIJOS PIEDRA

aurkeztua

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA
UNIBERTSITATE MASTERRA ELIKAGAIEN INDUSTRIAKO TEKNOLOGIAN ETA JASANGARRITASUNEAN

Junio, 2020 / 2020ko, ekaina

RESUMEN

El desperdicio de alimentos es un problema de gran relevancia a nivel mundial, que afecta significativamente al cambio climático debido a la liberación de gases de efecto invernadero (GEI) por el uso ineficiente de recursos. En este contexto, la huella de carbono (HC) constituye un indicador que permite calcular la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera que se producen como consecuencia del desarrollo de una actividad. Se estima que cada año se desperdician en el mundo más de 1.300 millones de toneladas de alimentos, lo que equivale a una HC de 3,3 Gt de CO₂-e. En este sentido, cada día son más las organizaciones que promueven la sostenibilidad a través de compromisos voluntarios, como es el caso del Banco de Alimentos de Navarra (BAN), el cual evita anualmente el desperdicio de 3.000 toneladas de alimentos perfectamente consumibles. El objetivo de este estudio fue analizar las emisiones de GEI generadas por las actividades del BAN mediante el cálculo de su HC, estimada en 84 t de CO₂-e, lo cual permitió identificar los beneficios ambientales asociados a la reducción del desperdicio alimentario con el fin de promover un consumo más responsable y sostenible. También se calcularon las emisiones de GEI correspondientes a la gestión de residuos y la producción adicional de alimentos desperdiciados asumiendo un escenario sin BAN, estimándose, alrededor de 4.715 t CO₂-e. Estos resultados resaltan la importancia, no solo social sino ambiental del BAN, ya que este evita que una gran cantidad de GEI sean emitidos a la atmósfera.

Palabras clave: Gases de Efecto Invernadero; Huella de Carbono; Desperdicio alimentario; Sostenibilidad.

ABSTRACT

Food waste is a major global problem, significantly affecting climate change due to the release of greenhouse gases (GHGs) from an inefficient use of resources. In this context, the carbon footprint (CF) is used as an indicator that calculates the amount of GHGs released to the atmosphere, which are produced as a result of the development of anthropic activities. It is estimated that more than 1.3 billion tonnes of food is wasted worldwide each year, equivalent to a CF of 3.3 Gt of CO₂ equivalent. Nowadays, an increasing number of organizations promote sustainability through voluntary commitments, such as the Food Bank of Navarra (FBN), which annually avoids the waste of 3,000 tons of perfectly consumable food. The aim of this study was to analyze the GHG emissions generated by FBN's activities by calculating their CF, which was 84 t CO₂ equivalent. This made possible to identify the environmental benefits associated to reducing food waste in order to promote more responsible and sustainable consumption. The GHGs in a “without FBN” scenario was also estimated, showing that, if FBN did not exist, the GHGs from waste management and additional production of wasted food would be around 4,715 t CO₂ equivalent. These results highlight the importance of the FBN, not only socially but also environmentally, since it prevents a large amount of GHGs from being emitted into the atmosphere.

Key words: Greenhouse gases; Carbon Footprint; Food waste; Sustainability.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo general	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
3.1. Definición de pérdidas y desperdicio alimentario.....	9
3.2. Evaluación mundial de las pérdidas y desperdicio alimentario	9
3.3. Desperdicio alimentario en España y en la Comunidad Foral de Navarra.....	11
3.4. Impactos del desperdicio alimentario.....	11
3.4.1 Impactos económicos.....	12
3.4.2 Impactos sociales	12
3.4.3 Impactos ambientales.....	12
3.5. Importancia de los Bancos de Alimentos	13
3.5.1. Banco de Alimentos de Navarra	15
3.6. Indicadores para la medición de impactos ambientales	17
3.7. Huella de carbono.....	18
3.7.1. Importancia de la huella de carbono	19
3.7.2. Huella de carbono de los Bancos de Alimentos.....	20
3.7.3. Cálculo de la huella de carbono	21
4. METODOLOGÍA.....	24
4.1 Definición de los límites.....	24
4.1.1 Alcance de las actividades del BAN.....	26
4.1.2 Alcance en un escenario “sin la acción del BAN”	27
4.2 Selección del año base.....	32

4.3	Identificación de las emisiones y exclusiones.....	32
4.4	Cuantificación de las emisiones	35
4.4.1	Metodología para la cuantificación de emisiones.....	35
4.4.2	Herramientas de cálculo	36
5.	RESULTADOS	36
5.1	Huella de carbono del BAN alcance 1	37
5.2	Huella de carbono del BAN alcance 2	38
5.3	Huella de carbono del BAN alcance 3	39
5.4	Gases de efecto invernadero emitidos en un escenario “sin BAN”	42
5.4.1	Gases de efecto invernadero emitidos de la gestión de residuos	43
5.4.2	Gases de efecto invernadero emitidos de la producción adicional de alimentos.....	46
6.	DISCUSIÓN	49
7.	ESTRATEGIAS Y PLAN DE MEJORA.....	51
8.	CONCLUSIONES.....	53
9.	BIBLIOGRAFÍA	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de sostenibilidad ambiental en el marco de evaluación SAFA. Fuente: FAO, 2013.	18
Tabla 2. Identificación de fuentes de emisión de gases de efecto invernadero para cada alcance. ...	26
Tabla 3. Porcentajes de las distintas fracciones de residuos en la MCP en un escenario “sin BAN” (Gobierno de Navarra, 2018).	29
Tabla 4. Residuos del proceso de biometanización en el resto de Navarra (excluyendo la MCP) en un escenario “sin BAN”. Fuente: (Inventario de GAN-NIK, 2018).....	31
Tabla 5. Emisiones y exclusiones para el cálculo de la HC del BAN.	33
Tabla 6. Emisiones directas generadas por el alcance 1	37
Tabla 7. Emisiones indirectas generadas por el alcance 2	39
Tabla 8. Emisiones indirectas del transporte de los alimentos	40

Tabla 9. Emisiones indirectas del traslado del personal	40
Tabla 10. Emisiones indirectas de compra de bienes y servicios	41
Tabla 11. Emisiones de la gestión de residuos de la MCP	44
Tabla 12. Emisiones de la gestión de residuos con origen en Navarra	45
Tabla 13. Emisiones de la gestión de residuos provenientes del resto de España	46
Tabla 14. Emisiones indirectas de compra de bienes.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pérdidas y desperdicio de alimentos per cápita por región (kg/año). Fuente: FAO, 2011. 10	
Figura 2. Cantidad de beneficiarios alcanzados por año por los Bancos de Alimentos de España. Fuente: FESBAL, 2017.	14
Figura 3. Funcionamiento del BAN. Fuente: Elaborado a partir de la Memoria del BAN 2018.	15
Figura 4. Origen de los alimentos (2011-2018). Fuente: Elaborado a partir de la Memoria del BAN 2018.	17
Figura 5. Principios de contabilidad de la gestión de emisiones de GEI. Fuente: ISO 14064-1.	22
Figura 6. Metodología de implantación. Fuente: IHOBE, 2013.	24
Figura 7. Límites operativos del BAN.	25
Figura 8. Emisiones de gases de efecto invernadero de una organización. Fuente: GHG Protocol, 2012.	26
Figura 9. Análisis de generación de emisiones de GEI sin el BAN.....	28
Figura 10. Composición del contenedor de Fracción Resto. Fuente: OPREC (2020).	30
Figura 11. Reparto de emisiones por alcance	37
Figura 12. Porcentaje de emisiones de combustibles usados en el alcance 1	38
Figura 13. Porcentaje de emisiones del alcance 3	42
Figura 14. Porcentaje de emisiones en escenario “sin BAN”	43
Figura 15. Tratamientos de la gestión de residuos y sus correspondientes emisiones de GEI	44
Figura 16. Emisiones de la producción de alimentos en escenario “sin BAN”	47
Figura 17. Emisiones directas, indirectas y evitadas por el BAN (t CO ₂ e)	48
Figura 18. HC con y sin la acción del BAN (t CO ₂ e)	48

1. INTRODUCCIÓN

La actual situación de cambio climático, causante del incremento de las temperaturas en el planeta, está muy relacionada con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)¹. Este aumento de los GEI es el resultado de diferentes actividades antrópicas tales como la quema de carbón, la extracción de gas natural y petróleo para generar electricidad y calor (contribuyendo con aproximadamente el 25% de las emisiones mundiales de GEI) o los procesos industriales. Estos últimos, que representan el 21% de las emisiones GEI, engloban la producción de hierro, aluminio y acero, cemento, minería, textiles y cuero, pulpa y papel, químicos (plásticos, fertilizantes), así como el procesamiento de alimentos. La agricultura, silvicultura y el uso de la tierra equivalen al 24% de las emisiones mundiales de GEI, el transporte o movilidad representa el 14%, la generación de energía y la quema de combustibles para calentar edificios o cocinar en los hogares representa el 6%. Finalmente, la extracción, refinado, procesamiento y el transporte de combustible representa el 10% de las emisiones mundiales de GEI². Todas estas actividades afectan a la disponibilidad de agua, a la distribución y supervivencia de especies, así como a la capacidad de adaptación de los seres humanos al cambio climático^{3,4}. Por ejemplo, los últimos estudios estiman que, conforme avanza el calentamiento global, aproximadamente un 7% de la población mundial estará expuesta a una disminución de al menos el 20% de los recursos hídricos renovables, desequilibrando aún más el acceso a este recurso vital en el mundo⁵. La tendencia hacia la deforestación, la urbanización y la industrialización está agudizando los efectos del cambio climático¹ y se está poniendo más de relieve la interacción entre las actividades antrópicas y los ecosistemas. Un ejemplo de ello es la pandemia causada por el coronavirus sars-cov2 relacionada en su origen con una zoonosis y posiblemente con la destrucción de hábitats^{6,7}, y que ha tenido entre sus consecuencias a corto plazo una disminución de los GEI de un 17%, debido a la ralentización de actividades industriales, de transporte etc⁸.

El actual sistema alimentario representa alrededor del 30% de las emisiones mundiales de GEI, asociándose estas principalmente con las operaciones de post-cosecha y el uso de combustibles fósiles⁹. El 70% de la energía consumida por el sistema alimentario pertenece a las etapas de procesamiento, transporte, envasado, almacenamiento y compra-venta¹⁰. Sin embargo, un aspecto que no se suele tener en cuenta y que también genera GEI son las pérdidas y desperdicio de alimentos, lo que representa un despilfarro de recursos, agua y energía utilizados en la producción de los mismos, y su posterior gestión como residuos, además de generar emisiones innecesarias de GEI¹¹.

De acuerdo con la FAO, la pérdida y desperdicio de alimentos contribuyen con el 8% del total de las emisiones antrópicas de GEI. Si el desperdicio alimentario fuera un país, sería el tercer mayor emisor

de GEI del mundo¹². Se estima que, cada año, un tercio de todos los alimentos producidos para el consumo humano en el mundo se pierden o desperdician. Se considera que este desperdicio de alimentos representa una oportunidad perdida para mejorar la seguridad alimentaria global y mitigar los impactos ambientales generados por este sector¹¹. Sin embargo, a medida que los problemas del cambio climático se fueron haciendo más prominentes, especialmente en los países desarrollados, se empezaron a tomar medidas contra el calentamiento global. Estas preocupaciones han hecho que se desarrollen diversas políticas para reducir las emisiones de GEI¹³, así como la creación de varias herramientas para la cuantificación de la contribución de diversas actividades al calentamiento global, generalmente representada en términos de “Huella de Carbono”¹⁴.

La Huella de Carbono (HC) se basa en la medición de la totalidad de GEI emitidos por un individuo, organización, evento o producto¹⁵. Con el cálculo de la HC se puede cuantificar el impacto ambiental a través de la elaboración de un inventario de las emisiones asociadas a los diferentes GEI. Por lo tanto, tras calcular la HC se pueden implantar medidas de mitigación y compensación de emisiones que permitan reducir el impacto medioambiental, por lo que se considera una herramienta muy efectiva en la lucha contra el cambio climático¹⁶. En este contexto, se conoce que cada día son más las organizaciones y entidades que, sin estar obligadas, promueven la sostenibilidad a través de compromisos voluntarios con objetivos bien definidos, como es el caso de los Banco de Alimentos.

Los Bancos de Alimentos evitan el desperdicio de comida apta para su consumo, que si no se redistribuyera iría a la basura. En particular, el Banco de Alimentos de Navarra (BAN) evita, anualmente, el desperdicio de una media de 3.000 toneladas de comida. Su misión es, además de mejorar las condiciones alimentarias de los grupos de personas en riesgo o situación de exclusión social y/o pobreza como base para su integración, implicar a la sociedad y a las empresas en la racionalización del uso y consumo de alimentos, como factor de impacto en la sostenibilidad ambiental¹⁷.

En este contexto, en el presente trabajo fin de máster se plantea analizar las emisiones de GEI generadas por las actividades del Banco de Alimentos de Navarra mediante el cálculo de su huella de carbono y proponer medidas para la reducción de dichas emisiones.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

El objetivo general propuesto para este trabajo es calcular la huella de carbono generada por las actividades del Banco de Alimentos de Navarra en el año 2018, analizarla y proponer medidas para reducirla. El estudio permitirá identificar los beneficios ambientales asociados a la reducción del desperdicio alimentario con el fin de promover un consumo más responsable y avanzar hacia un sistema alimentario más sostenible.

2.2 Objetivos específicos

- Calcular la huella de carbono generada por las actividades del Banco de Alimentos de Navarra.
- Realizar un análisis comparativo de las emisiones de GEI en escenarios con y sin la acción del BAN.
- Analizar las estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del desarrollo de la actividad del BAN.
- Elaborar un plan de mejora que identifique medidas que reduzcan la huella de carbono.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Definición de pérdidas y desperdicio alimentario

Las pérdidas de alimentos hacen referencia a la disminución de la masa de alimentos comestibles que se produce en las primeras etapas de la cadena de suministros. Estas pérdidas ocurren en los periodos de producción, post-cosecha y procesamiento del alimento, mientras que el desperdicio ocurre cuando el alimento se descarta o se deteriora en el ámbito del consumidor ¹⁸.

Se considera que hay desperdicio o pérdida de alimentos cuando estos salen de la cadena alimentaria estando originalmente destinados al consumo humano, incluso si luego se destinan a la elaboración de piensos o a usos no alimentarios como la generación de bioenergía ¹¹.

3.2. Evaluación mundial de las pérdidas y desperdicio alimentario

Alrededor de un tercio de las partes comestibles de todos los alimentos que se producen a nivel mundial para el consumo humano se pierden o se desperdician, lo que representa aproximadamente

1.300 millones de toneladas al año. Según la FAO (figura 1), las pérdidas per cápita de alimentos en Europa y América del Norte son de 280 a 300 kg/año, mientras que en África subsahariana y Asia meridional y sudoriental son de 120 a 170 kg/año. Por otro lado el desperdicio de alimentos per cápita representa entre 95 y 115 kg/año en Europa y América del Norte, mientras que esta cifra es menor para el África subsahariana y Asia meridional y sudoriental, representando entre 6 y 11 kg/año¹¹. Es importante conocer que, en los países en desarrollo, más del 40% de las pérdidas de alimentos ocurren en las etapas de post-cosecha y procesamiento, mientras que, en países industrializados, más del 40% de las pérdidas ocurren en la venta minorista y el consumo. Esto conduce a situaciones como el que los consumidores de los países desarrollados desperdician casi la misma cantidad de alimentos (222 millones de toneladas) que la producción de alimentos neta total del África subsahariana (230 millones de toneladas)¹¹.

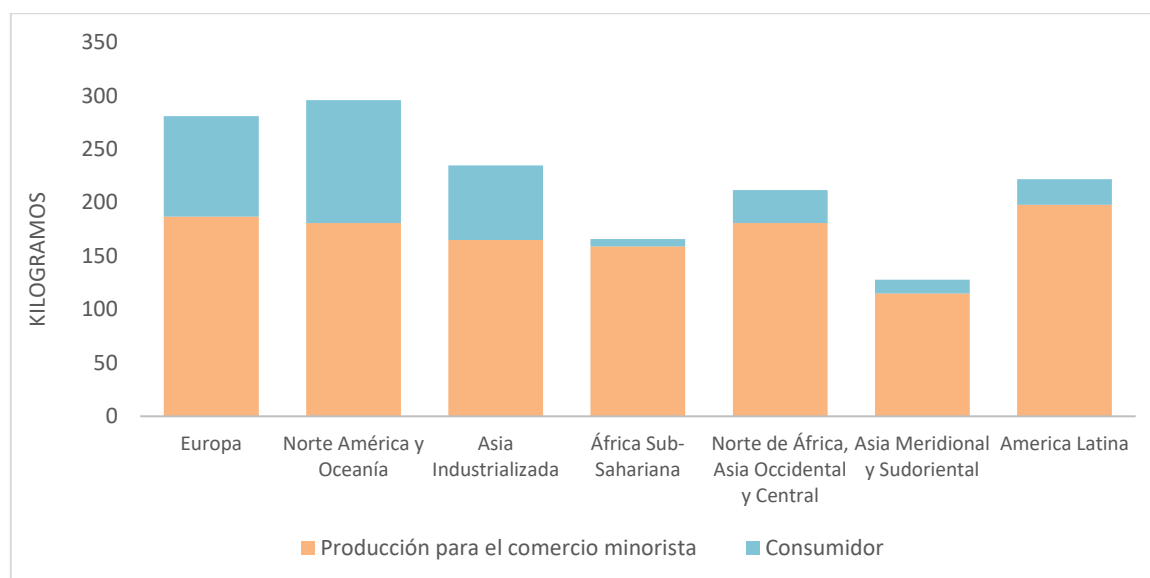


Figura 1. Pérdidas y desperdicio de alimentos per cápita por región (kg/año). Fuente: FAO, 2011.

Por otro lado, la Comisión Europea estimó que, de los 1.300 millones de toneladas de alimentos que son desaprovechados cada año, 89 millones de toneladas de alimentos corresponden a la Unión Europea (UE). Los países que más comida desperdician al año son: Reino Unido (14,4 millones de toneladas), Alemania (10,3 millones de toneladas), Países Bajos (9,4 millones de toneladas), Francia (9 millones de toneladas), Polonia (8,9 millones de toneladas), Italia (8,8 millones de toneladas), España (7,7 millones de toneladas), Bélgica (4,2 millones de toneladas), Rumanía (2,3 millones de toneladas) y Suecia (2 millones de toneladas)¹⁹.

De la misma manera, la Comisión Europea encontró que las causas de pérdidas y desperdicio de alimentos se efectúan en cuatro ámbitos específicos: el 42% se estima que proviene de los hogares,

del cual el 60% del desperdicio sería evitable; el 39% proviene de los procesos de fabricación; el 5% de la distribución y el 14% restante está asociado a los servicios de restauración y catering¹⁹.

3.3. Desperdicio alimentario en España y en la Comunidad Foral de Navarra

Según el último Informe del Consumo de Alimentación en España publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación²⁰ (2017), los hogares españoles tiraron a la basura 1.229 millones de kg de alimentos en condiciones de ser consumidos. La mayor parte del desperdicio (87,5% del volumen total), se debe al desecho de los alimentos tal y como se compraron, sin sufrir ningún tipo de transformación. Las causas de la eliminación fueron por deterioro o por superar la fecha de caducidad. La parte restante del desperdicio de alimentos tirados a la basura (12,5% del volumen total), se debe a los alimentos cocinados en el propio hogar y que son vertidos directamente del plato o de la nevera. De esta forma, se establece que 3 de cada 10 hogares tiran parte de los alimentos preparados a la basura²⁰.

En conjunto, el total de desechos de alimentos en España correspondientes al sector industrial, hogar y otros es de 7,7 millones de toneladas al año. La Comisión Europea clasifica a España como el séptimo país de Europa que más alimentos desecha¹⁹.

Por otro lado, en la Comunidad Foral de Navarra el desperdicio alimentario generado anualmente es de más de 115.000 toneladas, de los cuales la industria produce 44.904 toneladas, la restauración 16.119 toneladas, la distribución 5.757 toneladas y los hogares 48.358²¹. De acuerdo a estos resultados, se observa que la mayoría del desperdicio alimentario se produce en los hogares. Estas cantidades suponen que cada persona en Navarra tira a la basura alrededor de 75 kg de alimentos al año²¹. Las causas más comunes del desperdicio hacen referencia al uso de envases inadecuados para almacenar alimentos para su conservación, la confusión entre las fechas de consumo preferente y de caducidad, y el hecho de que haya productos que llegan al punto de venta con un margen de vida útil pequeño²¹.

3.4. Impactos del desperdicio alimentario

Las grandes cantidades de alimentos desperdiciados que se generan por parte de los consumidores y de la cadena alimentaria tienen una serie de repercusiones ambientales, económicas y sociales, debido al desaprovechamiento y uso innecesario de agua, tierras agrícolas, energía, combustibles, y otros recursos para las etapas de procesamiento, distribución y comercialización de los alimentos.

3.4.1 Impactos económicos

De acuerdo con la FAO, los costos económicos del desperdicio de alimentos (exceptuando el pescado y el marisco) ascienden los 750 millones de dólares cada año²². Sin embargo, esta misma fuente estimó los costos ambientales directos que resultan de la pérdida de ecosistemas y degradación de los recursos naturales a causa del desperdicio alimentarios. Es importante destacar que estos costos no están considerados dentro de los 750 millones de dólares²³:

- El costo por los riesgos para la biodiversidad es de 32 mil millones de dólares por año.
- El costo de la erosión del suelo debido al agua es de 35 mil millones de dólares por año.
- El costo por el aumento de la escasez de agua a nivel mundial, se estima que son 164 mil millones de dólares por año.
- El costo social del carbono, se estima que causa daños de 394 mil millones de dólares por año.

3.4.2 Impactos sociales

Hoy en día existen 815 millones de personas desnutridas en todo el mundo. La mayoría de las personas que sufren de hambre viven en los países en desarrollo, donde el 12,9% de la población se encuentra desnutrida. La mala nutrición causa cerca de la mitad (45%) de las muertes en los niños menores de 5 años, muriendo 3,1 millones de niños cada año²⁴. Por lo tanto a nivel de individuo y a nivel global, no se ha conseguido que todas las personas, en todo momento, tengan acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias, con el objetivo de llevar una vida activa y sana²⁵, y se puede considerar que el desperdicio alimentario contribuye a este problema.

3.4.3 Impactos ambientales

Los sistemas alimentarios y agrarios dependen en gran medida de la disponibilidad de energía derivada de combustibles fósiles. Por ejemplo, el petróleo es utilizado en casi todas las fases de la producción de alimentos (e.g. producción de fertilizantes, plantación y cosecha mecanizadas, riego, enfriamiento y transporte). De acuerdo con la FAO, se ha estimado que la huella de carbono asociada al desperdicio alimentario anual en el mundo equivale a 3.300 millones de toneladas de CO₂ equivalente²³.

En la agricultura se usa el 70% del agua dulce que se extrae en el mundo, y un aumento de la producción agrícola significará un mayor consumo de agua. Sin embargo, el desperdicio alimentario

genera un gasto de agua importante, de tal forma que el consumo de agua dulce a nivel mundial equivale a 250 km³²³.

Por otro lado, el uso inadecuado de los suelos para la producción de alimentos que no son consumidos, afecta directamente en la fertilidad de la tierra, por lo que se necesita trabajar con insumos sintéticos para el mantenimiento de la misma. Estos insumos producen contaminación en los suelos y terminan ocasionando pérdidas de tierras cultivables. En el año 2007 se utilizaron casi 1.400 millones de hectáreas de tierras para producir alimentos que no se consumieron, lo que equivale aproximadamente al 28% de la superficie mundial²³.

Así mismo, el desperdicio de alimentos forma parte de uno de los factores que contribuyen a las pérdidas de biodiversidad debido a la pérdida de hábitats, a la sobreexplotación, a la contaminación y al cambio climático. Se conoce que, a nivel mundial, la baja eficiencia de la producción de alimentos es en parte causa de la deforestación de una superficie de 9,7 millones de hectáreas anuales que se dedican al cultivo de especies vegetales alimentarias; esta superficie representa el 74% de la superficie total que se deforesta cada año²³.

3.5. Importancia de los Bancos de Alimentos

Los Bancos de Alimentos son organizaciones sin ánimo de lucro cuyos objetivos son mitigar el hambre y evitar el mal uso de los alimentos y que se basan fundamentalmente en el trabajo de voluntarios. En la actualidad, una de sus prioridades y grandes preocupaciones es la lucha contra el desperdicio de alimentos. Esto se logra a través de la recuperación de excedentes de la industria alimentaria, por el rescate de alimentos por fallas de etiquetado, fecha de caducidad próxima o incumplimiento de requisitos de calidad (e.g. tamaño estandarizado del alimento) y por donaciones de particulares y empresas, entre otros. Estos alimentos son redistribuidos a la población más vulnerable afectada por el hambre y la desnutrición, a través de organizaciones no gubernamentales (ONGs) sin fines de lucro las cuales tienen contacto directo con los colectivos necesitados²⁶.

Los Bancos de Alimentos tienen un papel importante a la hora de aprovechar recursos que en su mayoría serían desperdiciados. En el contexto social, para la población vulnerable representa un camino hacia la sostenibilidad propia de familias como también una forma de romper el ciclo de la pobreza²⁷. Además, los Bancos de Alimentos son un aliado estratégico para el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible número 2, el cual tiene como objeto poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición²⁴. Sin embargo, estas entidades no solo ayudan a las personas más necesitadas, sino que mejoran la capacidad de respuesta ante crisis económicas,

pandemias, catástrofes, etc. consiguiendo que esta sea casi inmediata. Por ejemplo, en relación con la crisis económica que se inició en el año 2008, según el reporte de la Federación Española de Bancos de Alimentos, se observa como a través de los años hubo un aumento de entrega de alimentos a las personas que eran receptoras de esa ayuda (figura 2), alcanzando a más de 8 millones de beneficiarios durante el periodo de crisis²⁸.

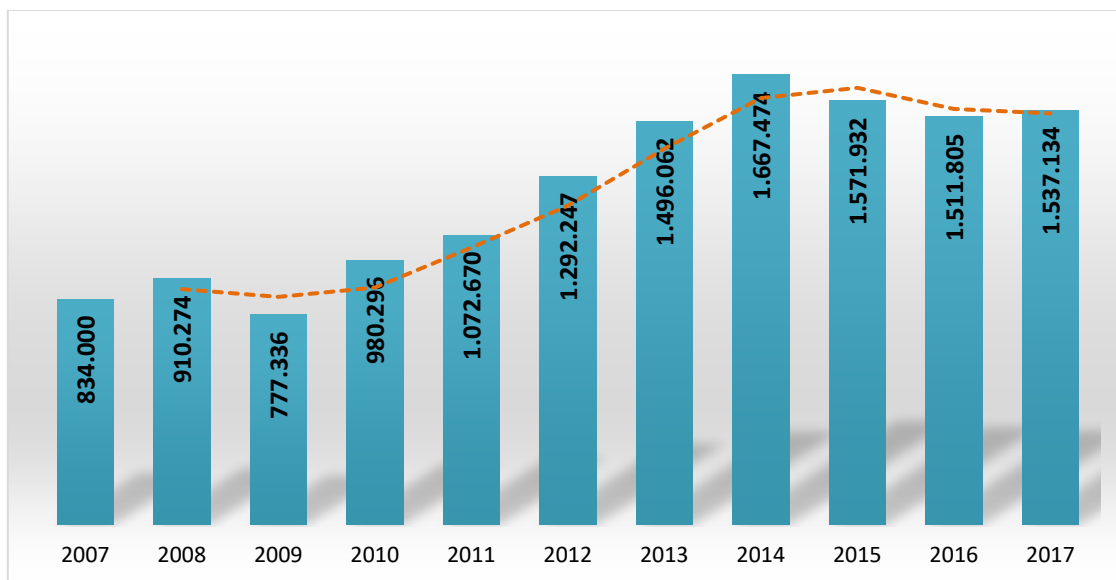


Figura 2. Cantidad de beneficiarios alcanzados por año por los Bancos de Alimentos de España. Fuente: FESBAL, 2017.

Otro claro ejemplo es la actual pandemia originada por el coronavirus sars-cov-2 (causante de la enfermedad COVID-19), y que está exponiendo vidas y medios de vida. Según la Organización Internacional del Trabajo, más de un tercio de los trabajadores del mundo están desempleados debido a la pandemia²⁹. Esto, combinado con el hambre crónico y la pobreza, está llevando la demanda de servicios de los Bancos de Alimentos a niveles sin precedentes. La Red Global de Bancos de Alimentos (GFN) está dando respuesta inmediata ante esta situación de las siguientes maneras³⁰:

- Fondo de respuesta COVID-19 que hasta ahora ha apoyado los esfuerzos de ayuda en 43 países.
- Apoyo técnico a las organizaciones de Bancos de Alimentos en más de 40 países que están en primera línea de la lucha contra la inseguridad alimentaria y el hambre.
- Treinta Bancos de Alimentos afiliados a la GFN atendieron a aproximadamente 3,49 millones de niños.

3.5.1. Banco de Alimentos de Navarra

El Banco de Alimentos de Navarra (BAN) es una fundación independiente sin ánimo de lucro creada en el año 1996, que actúa como intermediario entre las industrias y organizaciones que disponen de excedentes de alimentos y las entidades sociales encargadas de repartir los suministros a los colectivos más desfavorecidos de la Comunidad Foral de Navarra. El BAN tiene dos sedes, una en Berrioplano, que atiende las necesidades de la comarca de Pamplona, y otra en Tudela. La gestión es realizada por 176 voluntarios permanentes, de los cuales 160 desarrollan su labor en Berrioplano y 16 en Tudela. De forma breve, el funcionamiento del BAN consiste en la recepción de alimentos, su clasificación y almacenamiento para su posterior distribución (figura 3):

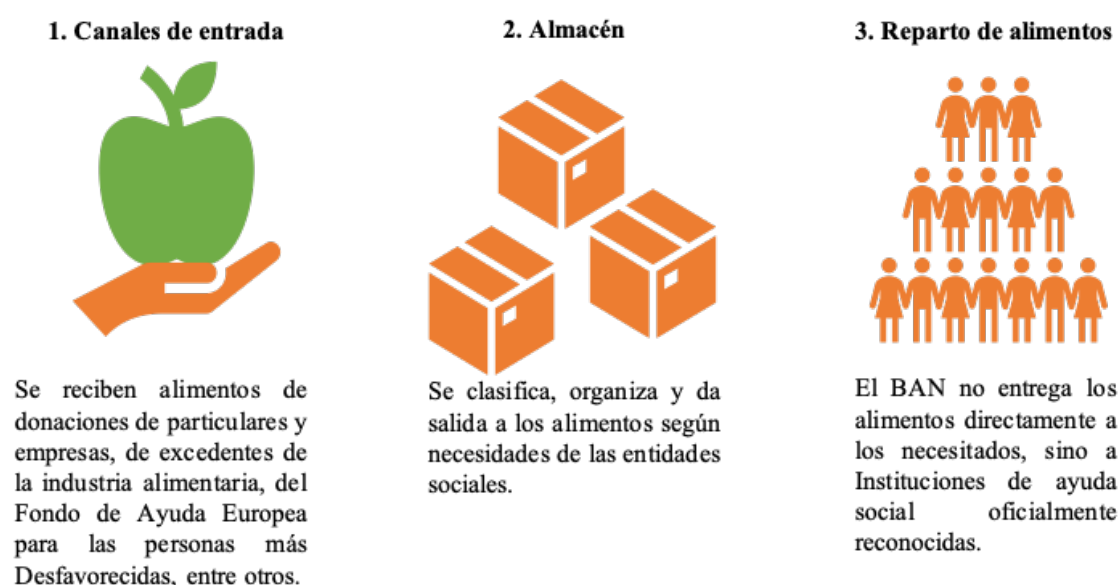


Figura 3. Funcionamiento del BAN. Fuente: Elaborado a partir de la Memoria del BAN 2018.

El origen de los alimentos proviene de múltiples fuentes. A continuación, se indican las más importantes:

- Industrias agroalimentarias: aproximadamente 104 empresas donantes son las encargadas de suministrar alimentos al BAN. Dentro de este sector se encuentran empresas fabricantes de conservas, fabricantes de alimentos congelados, fabricantes de refrescos y zumos y distribuidores de frutas y verduras. En el año 2018 se han entregado 1.516 toneladas de excedentes de estas industrias.
- Organizaciones de Productores de Frutas y Hortalizas (OPFH): en el marco de la regulación de los mercados españoles, las OPFH realizan entregas de frutas y hortalizas frescas a todos

los Bancos de Alimentos. En el año 2018 esta organización ha entregado al BAN aproximadamente 845 toneladas de alimentos.

- Mancomunidad de la Comarca de Pamplona (MCP): esta entidad diariamente recoge alimentos frescos que provienen de 67 comercios de 15 empresas de distribución, los cuales son perfectamente consumibles. Estos alimentos son donados debido a que tienen una pronta fecha de caducidad o los envases que los contienen se encuentran defectuosos, lo que los cataloga como alimentos no comercializables. En el año 2018 el BAN recibió 446 toneladas de alimentos de las cuales 318 toneladas pudieron aprovecharse, evitando así su despilfarro.
- Dos veces al año se organizan las campañas de solidaridad denominadas Grandes Recogidas, que consisten en recolectar alimentos que son solicitados a la ciudadanía en general y a empresas distribuidoras. Las empresas realizan aportaciones extraordinarias de alimentos y a la vez asumen en su mayor parte los gastos de logística para el traslado de los alimentos a las sedes del BAN. Como datos destacados se tiene: en el año 2018 se recolectaron 534 toneladas de alimentos, 237 establecimientos participaron en este evento, así como 3.600 voluntarios ayudaron a la recogida y clasificación de los mismos.
- Fondo de Ayuda Europea para las personas más Desfavorecidas (FEAD): otro elemento muy importante que hace que el BAN funcione de manera continua, es a través del apoyo del programa de la Unión Europea FEAD. Este programa consiste en la compra de alimentos adquiridos en el mercado mediante un procedimiento de licitación pública para su posterior suministro a las organizaciones asociadas de distribución, en este caso al BAN³¹. En el año 2018 el BAN recibió del FEAD 446 toneladas de alimentos que se entregaron a las entidades benéficas designadas por el programa.
- Otros Bancos de Alimentos: El BAN en el año 2018, recibió 93 toneladas de alimentos provenientes de 19 Bancos de Alimentos que se encuentran ubicados en toda España.

Por lo tanto, el origen de los alimentos recogidos en el año 2018 como se observa en la figura 4, procede en su mayoría de las industrias agroalimentarias (38%), en segundo lugar, de las OPFH (19%), en tercer lugar, del programa de la Unión Europea FEAD (17%), en cuarto lugar, provienen de las Grandes Recogidas y colectas (15%), en quinto lugar de la MCP (8%) y finalmente de los otros Bancos de Alimentos (3%).

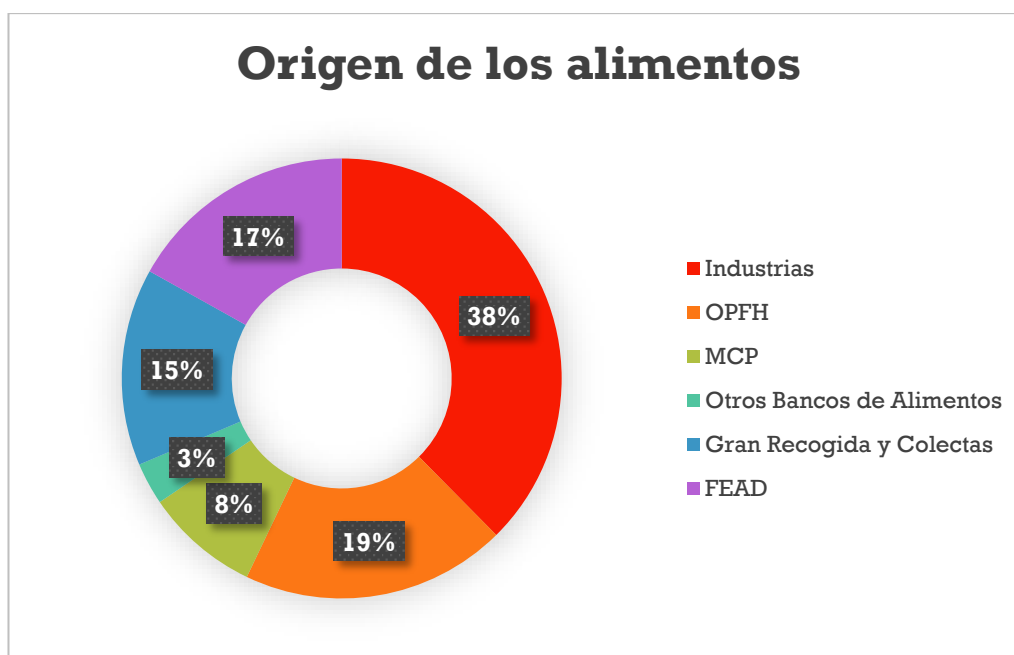


Figura 4. Origen de los alimentos (2018). Fuente: Elaborado a partir de la Memoria del BAN 2018.

Como se mencionó anteriormente, los alimentos recogidos en el BAN son repartidos a entidades sociales de la Comunidad Foral de Navarra acreditadas. En el año 2018 se distribuyeron un total de 3.748 toneladas de alimentos a través de 193 entidades de Navarra, beneficiando a 24.652 personas desfavorecidas. De la misma manera, es importante destacar que en el año 2018 el BAN evitó que 2.768 toneladas de alimentos terminaran en la basura lo que preliminarmente supuso que 1.550.080 m³ de CO₂ dejaran de emitirse la atmósfera¹⁷.

3.6. Indicadores para la medición de impactos ambientales

En cuanto a términos de integridad ambiental, la FAO identifica cuatro índices útiles para medir los impactos a causa de los desperdicios alimentarios: la huella de carbono (cantidad total de gases de efecto invernadero que se emiten durante el ciclo de vida de un producto), la huella hídrica (consumo total de agua utilizada para la producción de alimentos), el uso de la tierra (superficie de la tierra, incluidas las tierras de cultivo y pastizales necesarias para la producción de alimentos) y la biodiversidad (daños causados a los hábitats naturales que se generan para la producción de alimentos)¹¹.

Por otro lado, en el año 2013, la FAO publicó nuevas directrices para evaluar la sostenibilidad en los sistemas agrícolas y alimentarios (SAFA). Este marco de evaluación de la sostenibilidad muestra una visión general de las dimensiones generales de sostenibilidad de alto nivel: buen gobierno, integridad ambiental, resiliencia económica y bienestar social. En la tabla 1, se presentan los indicadores más

utilizados para evaluar los impactos generados en el medio ambiente, como es: la atmósfera, el agua, la tierra, la biodiversidad, los materiales y energía, y el bienestar animal³².

Tabla 1. Indicadores de sostenibilidad ambiental en el marco de evaluación SAFA. Fuente: FAO, 2013.

Tema	Indicador
Atmósfera	Gases de efecto invernadero y calidad del aire.
Agua	Extracción de agua y calidad de agua.
Tierra	Calidad del suelo y degradación de la tierra.
Biodiversidad	Diversidad del ecosistema, diversidad de especies y diversidad genética.
Materiales y energía	Uso de materiales, uso de energía y reducción y eliminación de residuos.
Bienestar animal	Salud animal y animales libres de estrés.

Otro ejemplo, son los indicadores presentados por la UNEP (GEO Year Book 2019), los cuales ofrecen una visión general de las tendencias mundiales de los principales problemas relacionados con el cambio climático: concentraciones atmosféricas de GEI, emisiones y absorciones de GEI, proyecciones de emisiones y absorciones de GEI, políticas y medidas y temperatura global y europea³³.

3.7. Huella de carbono

La Huella de Carbono (HC) se define como la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) que se emiten por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto y que se expresa en toneladas o kilogramos de CO₂ equivalente. El CO₂ equivalente hace referencia a la unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG), el cual contempla los siguientes gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Sin embargo, esta unidad hace referencia al CO₂, dado que este gas es el GEI que influye en mayor cantidad al calentamiento global³⁴.

La HC permite a las organizaciones calcular e informar las emisiones generadas por el uso de combustibles fósiles, ya sea para el transporte de vehículos o para el funcionamiento de maquinarias, el uso de la electricidad, el vapor, la refrigeración, así como por la extracción y producción de materiales comprados y servicios vendidos³⁵.

En Europa, el sector alimentario es considerado uno de los sectores más importantes en cuanto a economía y manufactura, no obstante también es calificado como fuente significativa de contaminación ambiental³⁶, ya que la mayoría de sus procesos dependen de la energía producida por combustibles fósiles como el carbón, petróleo, etc., y en otros casos por la liberación de metano. Según Garnett³⁷, la provisión de alimentos genera alrededor de 17,7 Gt CO₂ equivalente en total. Estos datos corresponden con la cadena completa de producción y distribución de alimentos. Dentro de este estudio, los productos cárnicos son los que mayores emisiones de GEI presentan seguido de los productos lácteos³⁸.

En cuanto al ciclo del desperdicio alimenticio, la FAO hace referencia a los alimentos que no son consumidos y son descartados en vertederos los cuales llegan a descomponerse de forma anaeróbica. A medida que las bacterias descomponen la materia orgánica, se generan gases de los que aproximadamente un 50% es CH₄ y un 50% es CO₂, con cantidades traza de otros compuestos gaseosos que representan < 1%²³. De acuerdo con el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UN Environment Programme), las emisiones de metano del relleno sanitario (o vertedero) representan la mayor fuente de emisiones de GEI del sector de los desechos, generando aproximadamente 700 Mt CO₂ equivalente³⁹.

3.7.1. Importancia de la huella de carbono

En el año 2015 la Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU) promulgó la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030. Uno de sus objetivos tiene como fin ofrecer soluciones que minimicen el desperdicio de los alimentos a nivel mundial, así como promover el uso eficiente de los recursos. Además, la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, desempeña un papel clave en el tratamiento de estas ineficiencias del sistema alimentario actual. Para ello, se han desarrollado algunos objetivos específicos: Objetivo de Desarrollo Sostenible 12, el cual busca garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles para conseguir un planeta donde los recursos naturales se gestionen de forma responsable y el Objetivo de Desarrollo Sostenible 13, el cual busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Dentro de este marco el sector agroalimentario tiene como reto establecer estrategias para la reducción de emisiones de GEI provocadas por el desperdicio alimentario⁴⁰.

Por este motivo surge la necesidad de impulsar el cálculo de la huella de carbono, para la reducción de GEI del sector alimentario, mitigar el cambio climático y generar impactos positivos en nuestro entorno, además de impulsar medidas para reducir las pérdidas o el desperdicio de alimentos.

Implementar el cálculo de la huella de carbono también puede aportar grandes beneficios a este sector, tales como la reducción de consumo energético y del consumo de combustible y transporte, con el fin de obtener ahorros económicos en la empresa y organización. También aporta la oportunidad de divulgarlo como estrategia de marca y factor diferenciador, así como para mejorar la reputación corporativa y el posicionamiento de la empresa. A la vez, la empresa u organización puede obtener un reconocimiento externo por el hecho de realizar acciones voluntarias para la reducción de emisiones, así como atraer inversionistas y clientes sensibilizados con el cambio climático y el medio ambiente⁴¹. Además, esta implementación permite a las empresas u organizaciones trabajar de cerca con sus proveedores con el fin de sensibilizarlos y formarlos en prácticas responsables y sostenibles sobre las pérdidas y desperdicio de alimentos⁴².

3.7.2. Huella de carbono de los Bancos de Alimentos

Desde el punto de vista ambiental, los Bancos de Alimentos también han sido objeto de estudio para el cálculo de la huella de carbono, tanto de sus instalaciones como de sus servicios, con el objetivo de estudiar e implementar estrategias que tengan como fin reducir sus emisiones de GEI. Es por eso que en el año 2015 el Banco de Alimentos de Burdeos (BABG) de Francia elaboró su primer informe del cálculo de la HC. En este informe se observa que las emisiones generadas con la acción del BABG corresponden a 301 toneladas de CO₂/año. Sin embargo, este mismo informe examinó que sin la existencia del banco, las emisiones serían mucho mayores y alcanzarían un total de 8.024 toneladas de CO₂/año, debido a las pérdidas y desperdicios de alimentos que no serían gestionados por el banco. De la misma manera se han propuesto vías para mejorar la HC, en donde se incluyen capacitaciones para una conducción ecológica, optimización de rutas para reducir los kilómetros recorridos o estrategias para racionalizar de manera eficiente la recolección de los alimentos⁴³.

Del mismo modo, el Banco de Alimentos Medina Azahara ubicado en Córdoba (España) ha lanzado recientemente, en el año 2020, su cálculo de huella de carbono, el cual reporta una HC “negativa”, lo que equivale a un balance de emisiones de GEI altamente favorable y ambientalmente positivo de la actividad del banco. Según se indica en este informe, la existencia del banco hace que se eviten más de 500 toneladas de emisiones de CO₂ e/año. Gracias a este estudio se han propuesto algunas recomendaciones para reducir la HC del Banco de Alimentos, como el uso de bolsas biodegradables, uso de energías verdes así como el uso de vehículos eficientes en el consumo de energía⁴⁴.

Es importante mencionar que, además de estas iniciativas sobre la huella de carbono, existen otras herramientas para valorar las emisiones de GEI generadas por la pérdida y desperdicio de alimentos. Entre ellas destaca la herramienta creada por la Generalitat Catalana con finalidad de gestionar

excedentes alimentarios para evitar su despilfarro, la cual va dirigida a entidades que quieran realizar una actuación de gestión de sus excedentes y evitar desecharlos como un residuo⁴⁵. Por otro lado, se encuentra la calculadora creada por la consultora de sostenibilidad ambiental Quantis y el proyecto FReSH (Food Reform for Sustainability and Health) del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD), que tiene como objetivo ayudar a las empresas a crear estrategias de reducción de desechos más inteligentes y dirigir acciones hacia los problemas de sostenibilidad existentes⁴⁶.

3.7.3. Cálculo de la huella de carbono

Actualmente existen diferentes normativas y metodologías para el cálculo y medición de las emisiones de gases de efecto invernadero. Entre las más utilizadas a nivel mundial se encuentran: Greenhouse Gas Protocol, PAS 2050 y la norma ISO 14064-1 pertenecientes al British Standard Institution^{35,47,48}. A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

- Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol), es una metodología centrada en aspectos corporativos y de organización relacionada con la labor productiva, la cual ha sido una de las técnicas más utilizadas internacionalmente para el cálculo y gestión de las emisiones de GEI.
- PAS 2050, es una metodología enfocada a evaluar y reducir las emisiones de un producto o servicio. Esta metodología cuenta con una guía específica de evaluación interna de las emisiones generadas en el ciclo de vida del producto o servicio.
- Norma ISO 14064-1, especifica los principios y requisitos a nivel de organización, y tiene como fin la cuantificación y remoción de los GEI.

Calcular la HC de un producto o una organización implica conocer cada emisión que se genera, con el fin de aplicar medidas para la reducción de las mismas, favoreciendo así la mitigación del cambio climático⁴⁹. Por lo tanto, es importante conocer los principios para contabilizar y reportar las emisiones, con el objetivo de conseguir unos resultados verdaderos y justos. Estos principios los establece la Norma ISO 14064-1, como se muestran en la figura 5.

- El primer principio, denominado pertinencia, hace referencia a la selección de fuentes, datos y metodologías apropiados para el cumplimiento del objetivo de estudio.
- El segundo principio, denominado integridad, tiene como fin incluir todas las emisiones y remociones que pertenezcan a los GEI.

- El tercer principio, denominado coherencia, hace referencia a que la información y los datos obtenidos sean comparables con el tiempo.
- El cuarto principio, denominado exactitud, se encarga de reducir el sesgo y la incertidumbre, en la medida de lo posible.
- El quinto principio, denominado transparencia, tiene como objeto divulgar la información suficiente y apropiada para las partes interesadas.



Figura 5. Principios de contabilidad de la gestión de emisiones de GEI. Fuente: ISO 14064-1.

En cuanto a la metodología a emplear, al referirse a los cálculos de la huella de carbono de una organización y a las fuentes emisoras que se analizan en su cálculo, se recurre al término alcance del estudio con la finalidad de conocer donde se establecerán los límites organizacionales, operacionales, fuentes de emisión, tipos de GEI y el periodo de tiempo contemplado, ya que de esta manera se conocerá hasta donde estará implicado el inventario de emisiones⁵⁰.

De acuerdo a la normativa del GHG Protocol, se deben identificar las fuentes de emisiones de GEI de una organización, que por lo general resultan de las siguientes fuentes:

- Combustión estacionaria es la que proviene de la combustión de combustibles en equipos estacionarios como calderas, motores, hornos, etc.
- Combustión móvil es aquella que proviene de la combustión de combustible asociado al transporte como autobuses, camiones, barcos, aviones, embarcaciones, etc.

- Emisiones del proceso pueden ser físicos o químicos como la calcinación, fisuración catalítica o la fundición de materiales, etc.
- Emisiones fugitivas son aquellas emisiones intencionales o no intencionales como el tratamiento de aguas residuales, instalaciones de procesamiento de gas, etc³⁵.

Es importante identificar las diferentes fuentes de emisión por las que cada organización contribuye a incrementar la cantidad de GEI en la atmósfera. Las emisiones según su fuente de emisión se clasifican en dos grupos:

- Emisiones directas de GEI: son emisiones de fuentes que son propiedad de la organización o están controladas por la misma.
- Emisiones indirectas de GEI: son emisiones consecuencia de las actividades de la organización, pero que ocurren en fuentes que son propiedad de otra organización o están controladas por esa otra organización.

Los límites operacionales se refieren al tipo de emisiones que serán consideradas en el estudio, y su clasificación. Las emisiones de GEI se pueden categorizar en directas o indirectas, y en alcance 1, 2 o 3:

- Alcance 1: se consideran todas las emisiones directas de GEI, que provienen de fuentes que son propiedad de la organización y controladas por la misma.
- Alcance 2: son emisiones indirectas asociadas específicamente al consumo de electricidad y energía adquirida por la organización. Casi todas las organizaciones o empresas generan emisiones indirectas, debido a la compra de electricidad para su uso en los procesos y servicios.
- Alcance 3: implican las emisiones indirectas relacionadas con servicios subcontratados, compra de productos o viajes de trabajo que no están incluidas en el alcance 1 y 2³⁵.

Por último, es importante establecer un año base como referencia para llevar a cabo el control y seguimiento sobre el desempeño de los GEI. Este año base constituye un espacio de tiempo que debe elegir la organización para comparar sus emisiones. Para el año que sea seleccionado por la organización se deben tener todos los datos disponibles de las actividades desempeñadas, así como documentos e informes que respalden la información presentada. Se recomienda que el año base

seleccionado sea un periodo en donde no haya existido ningún cambio significativo en la organización con la finalidad de no afectar directamente al cálculo de las emisiones^{35,50}.

4. METODOLOGÍA

El cálculo de las emisiones de GEI generadas por las actividades del BAN se ha realizado según la metodología del MITECO e IHOBE basadas en estándares internacionales (GHG Protocol, ISO 14064-1, ISO 14069, IPCC). Se han seguido los cinco pasos que se muestran en la figura 6.



Figura 6. Metodología de implantación. Fuente: IHOBE, 2013.

4.1 Definición de los límites

De acuerdo a la metodología utilizada para la realización de este estudio, se establece como primer punto definir entre límites organizacionales o límites operativos. Esto consiste en decidir qué áreas del BAN se incluirán en la recolección de información y en los cálculos, así como en identificar las fuentes emisoras asociadas a las operaciones dentro de esas áreas, distinguiendo entre emisiones directas e indirectas³⁴.

En este contexto, para el cálculo de las emisiones de GEI de las actividades del BAN se tomaron en cuenta las actividades sobre las que el BAN, en sus dos sedes, tiene control de las fuentes de emisión de GEI. A continuación, se presenta el diagrama de proceso del funcionamiento del BAN y la gestión de los alimentos donde se han fijado los límites operativos (figura 7).

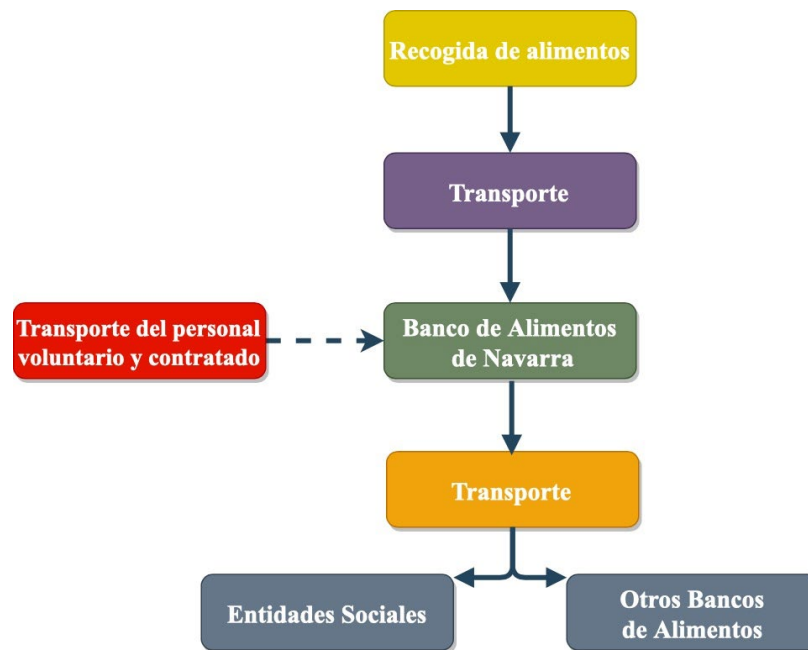


Figura 7. Límites operativos del BAN.

La recogida diaria de alimentos se realiza a partir de diferentes fuentes como se mencionó anteriormente:

- Fabricantes y distribuidores de industrias agroalimentarias.
- FEAD
- Grandes recogidas y donantes.
- MCP
- OPFH
- Colectas
- Otros Bancos de Alimentos.

Una vez recolectados los alimentos, estos se transportan al BAN, y tanto voluntarios como personal contratado proceden a clasificarlos y almacenarlos. Realizadas estas operaciones, por un lado, se realiza el reparto de alimentos que va destinado a instituciones de ayuda social oficialmente reconocidas, y por otro lado parte de los alimentos se distribuyen a otros Bancos de Alimentos de toda España.

4.1.1 Alcance de las actividades del BAN

El cálculo de la huella de carbono del Banco de Alimentos de Navarra se ha abordado según los 3 alcances definidos en el GHG Protocol, como se observa en la figura 8.

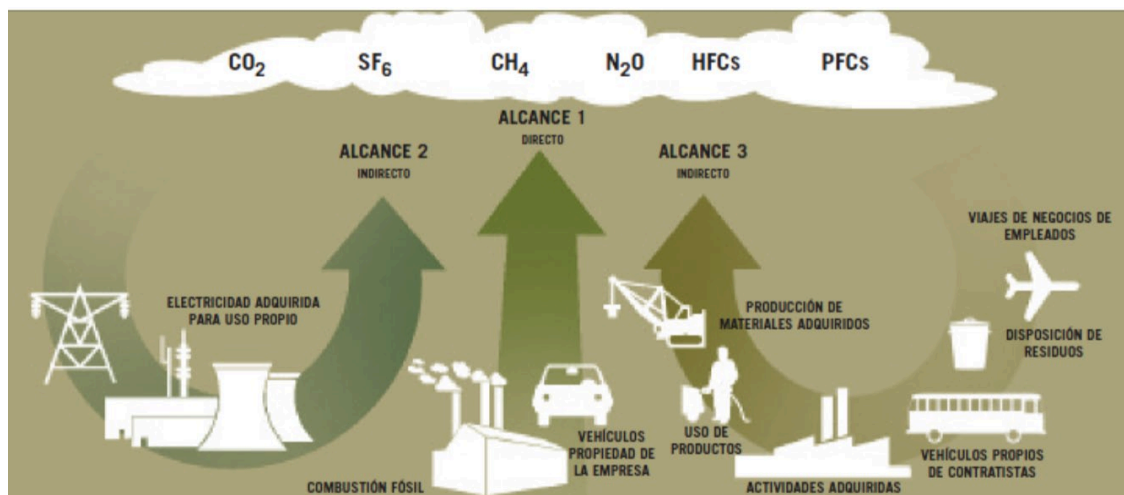


Figura 8. Emisiones de gases de efecto invernadero de una organización. Fuente: GHG Protocol, 2012.

Una vez definidas cuales son las emisiones directas e indirectas de GEI como se menciona en el apartado 3.7.3 de cálculo de la huella de carbono, estas fueron asociadas a cada uno de los 3 alcances cubiertos, acorde al límite operacional del BAN (tabla 2):

Tabla 2. Identificación de fuentes de emisión de gases de efecto invernadero para cada alcance.

Alcance 1	
1. Emisiones directas por combustión estacionaria	Emisiones procedentes del consumo de gas natural en el BAN (Berrioplano y Tudela) para actividades varias.
2. Emisiones directas por combustión móvil	Emisiones procedentes del consumo de combustible para labores y desplazamientos de vehículos del BAN (Berrioplano y Tudela).
3. Emisiones directas fugitivas	Emisiones procedentes de recargas de gases refrigerantes.
Alcance 2	

1. Emisiones indirectas por consumo de electricidad de origen externo	Emisiones procedentes del consumo eléctrico en todas las instalaciones del BAN (Berrioplano y Tudela).
Alcance 3	
1. Emisiones indirectas por combustión móvil	Emisiones procedentes del consumo de combustible para el transporte de los alimentos al BAN, así como la entrega de los mismos a entidades beneficiarias.
2. Emisiones indirectas por combustión móvil	Emisiones procedentes del consumo de combustible para desplazamientos casa-trabajo-casa de voluntarios/contratados del BAN (Berrioplano y Tudela).
3. Emisiones indirectas por productos comprados	Emisiones derivadas de la adquisición de bienes y servicios, como la compra de cartón y madera utilizados para embalajes industriales para el transporte y almacenamiento de los alimentos, así como las emisiones asociadas al suministro de agua potable.

4.1.2 Alcance en un escenario “sin la acción del BAN”

Es importante mencionar que uno de los objetivos de este estudio es realizar un análisis comparativo de la situación de las emisiones de GEI con y sin la acción del Banco de Alimentos de Navarra, con el fin de conocer si existe un beneficio ambiental asociado a la reducción del desperdicio alimentario. Para ello se realizó el cálculo de las emisiones de GEI generadas por la gestión de residuos de los alimentos no rescatados, los cuales, en función de su naturaleza, se realizan vertidos controlados o se someten a tratamientos o valorización (figura 9). De la misma manera se estimaron las emisiones de GEI generadas por el uso de recursos para la producción adicional de alimentos para suplir a los que no son rescatados, en un escenario “sin BAN”. Es importante destacar que, para dicha estimación de la HC, se consideraron solamente a las entidades donantes que evitan el desperdicio de alimentos como es el caso de fabricantes y distribuidores, OPFH, MCP y otros Bancos de Alimentos.

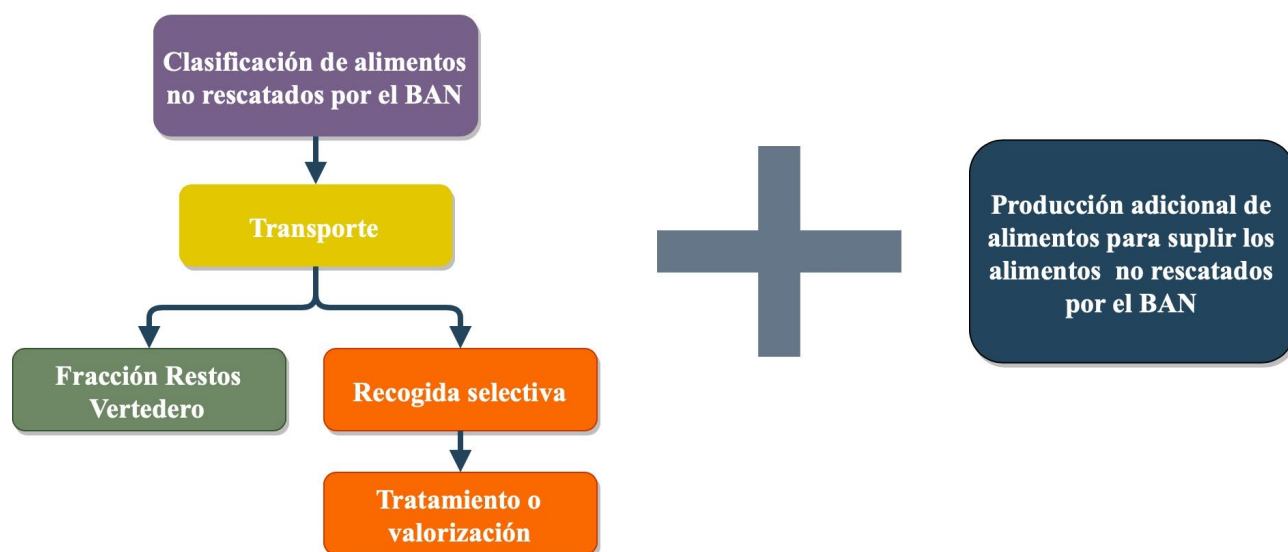


Figura 9. Análisis de generación de emisiones de GEI sin el BAN.

4.1.2.1 Identificación de emisiones de la gestión de residuos

Para identificar las emisiones de GEI generadas por los alimentos que no son rescatados por el BAN, en primer lugar, se consideró la localización de las organizaciones origen de los productos que gestiona el BAN, diferenciado entre los alimentos cuyos donantes provienen de:

- ◇ la MCP: 778 toneladas
- ◇ el resto de Navarra: 853 toneladas
- ◇ el resto de España: 1.136 toneladas

• Alimentos cuyos donantes provienen de la MCP

La Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, recogen diariamente alimentos consumibles no comercializables en supermercados, grandes superficies y establecimientos de alimentación para el Banco de Alimentos de Navarra. De la misma manera en esta sección se incluyen otras fuentes suministradoras de alimentos que se encuentran en el área de actuación de la MCP como es el caso de fabricantes y distribuidores y OPFH. En un escenario “SIN BAN” estos alimentos frescos, que tienen una fecha de caducidad próxima o que se encuentran en envases defectuosos, serían retirados de la venta y se convertirían en residuos.

Los comercios y centros de distribución que tienen convenio con el BAN realizan recogida selectiva de residuos. Para conocer los porcentajes de las distintas fracciones de residuos se han tomado como base los datos específicos para la MCP que figuran en el “Inventario de residuos domésticos y comerciales” del Gobierno de Navarra (2018)⁵¹ y los “Resultados del estudio de caracterización de residuos domésticos 2018” de la MCP (OPREC, 2020)⁵² (tabla 3 y figura 10).

Tabla 3. Porcentajes de las distintas fracciones de residuos en la MCP en un escenario “sin BAN” (Gobierno de Navarra, 2018).

MCP	% iniciales	% “re ponderados” *
Fracción Resto	57,23	9,10
Materia orgánica	13,79	49,01
Papel y cartón	6,22	8,66
Vidrio	5,73	6,08
Envases ligeros	11,34	27,15
Otros	5,69	
Total	100,00	100,00

*Valores “re-ponderados” según los porcentajes de composición del contenedor de Fracción Resto para excluir la fracción “Otros” que se refiere a otras fracciones de residuos que no se aplican en el caso de los productos gestionados por el BAN (e.g. voluminosos, ropa, calzado y textil, pilas y acumuladores) y considerar las fracciones re-valorizables de la “Fracción Resto” según la Figura 10.

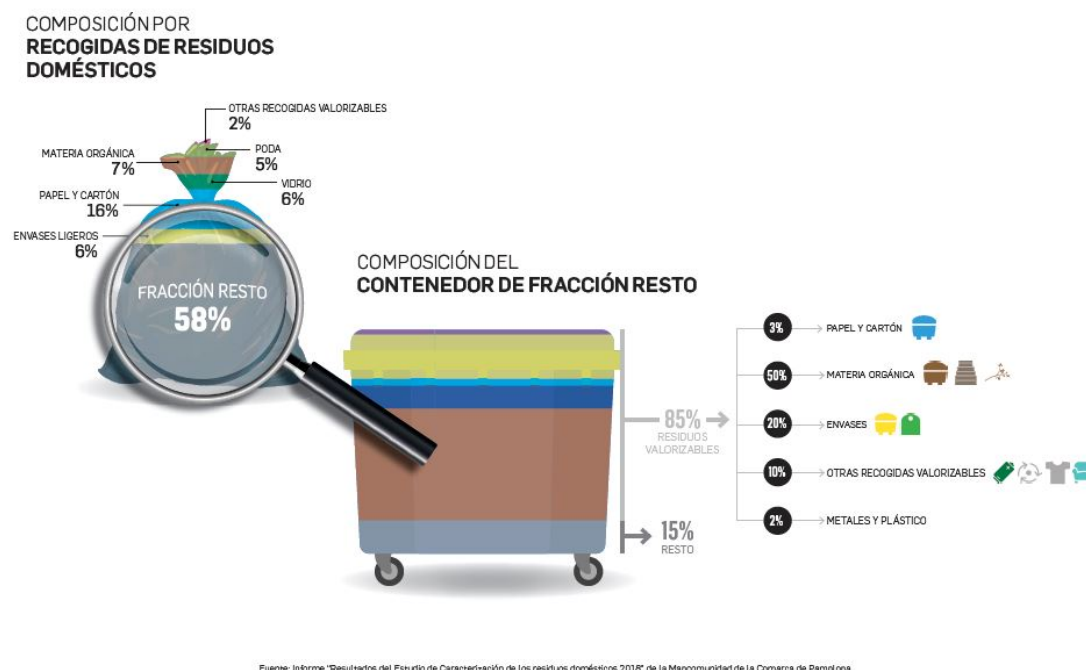


Figura 10. Composición del contenedor de Fracción Resto. Fuente: OPREC (2020).

Según el inventario de Gestión Ambiental de Navarra (GAN-NIK) (2018), la materia orgánica, por medio de gestores de residuos, se trata en plantas de biometanización en un 53% y en plantas de compostaje en un 47%.

Los factores de emisión asociados a la biometanización y compostaje de la materia orgánica se han tomado del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del MITECO (2020). Por otro lado, los factores de emisión de los tratamientos finales de papel y cartón, envases ligeros y vidrio del informe sobre “Cálculo de las emisiones de GEI derivadas de la gestión de los residuos municipales” (OCCC, 2020). En el caso de las emisiones del Centro de Tratamiento de Residuos de Góngora se utilizaron los factores de emisión del informe de la huella de carbono de la MCP.

- **Alimentos cuyos donantes provienen del resto de Navarra (salvo la MCP)**

Según el inventario de GAN-NIK (2018), las empresas donantes de alimentos al BAN de Navarra, excluyendo la MCP, realizan los siguientes tratamientos por medio de gestores de residuos: 35% vertedero y 65% biometanización. Los residuos del proceso de biometanización se resumen en la tabla 4.

Tabla 4. Residuos del proceso de biometanización en el resto de Navarra (excluyendo la MCP) en un escenario “sin BAN”. Fuente: (Inventario de GAN-NIK, 2018).

	kg
Fracción líquida de la digestión anaerobia aplicada en campo	25.974
Fracción líquida de la digestión anaerobia	196.402
Fracción sólida de la digestión anaerobia	22.751
Chatarra procedente de vaciado de latas de conserva	191
Envases plásticos	24
Rechazo	1.910
Total	247.252

Al igual que en el caso anterior, los factores de emisión asociados a la biometanización se han tomado del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del MITECO (2020). Mientras que los factores de emisión de tratamientos finales de envases ligeros y vertedero del informe sobre “Cálculo de las emisiones de GEI derivadas de la gestión de los residuos municipales” (OCCC, 2020).

- **Alimentos cuyos donantes provienen del resto de España**

De todas las Comunidades Autónomas consultadas, solo se han recibido los detalles de los tratamientos finales de residuos por las empresas donantes al BAN de la Generalitat de Cataluña. Debido a esta ausencia de datos públicos disponibles en la mayor parte de las Comunidades Autónomas, se ha asumido que estas empresas siguen un patrón de gestión de residuos similar al de las empresas donantes navarras (excluyendo la MCP) y catalanas. Es decir, para el “resto de España”, exceptuando a Cataluña, se ha asumido la media de los tratamientos finales de residuos de la Comunidad Foral de Navarra y Generalitat de Cataluña.

En cuanto a los factores de emisión se ha procedido como en los casos anteriores, si bien en el caso de Cataluña todos los factores de emisión se han tomado del informe sobre “Cálculo de las emisiones de GEI derivadas de la gestión de los residuos municipales” (OCCC, 2020).

4.1.2.2 Identificación de emisiones de la producción adicional de alimentos

Para el cálculo de las emisiones de GEI de la producción adicional de alimentos primeramente, se procedió a clasificar por categorías los productos que entran al BAN de acuerdo a la base de datos proporcionada por la organización, encontrándose: alimentos infantiles, alimentos no catalogados,

bebidas, bollería, galletas y dulces, cacao y chocolate, café e infusiones, carnes, cereales, harinas, pan y pasta, condimentos y salsas, conservas de verduras, frutas, frutas en conserva, frutos secos, hortalizas y legumbres, huevos, pescado, platos preparados, productos lácteos, snacks variados. Seguidamente se tomaron como referencia los factores de emisión de GEI de las bases de datos de ADEME⁵³, Veolia⁴³ y MITECO⁵⁴ para asociarlos a cada tipo de producto. Los factores de emisión de la base de datos de ADEME consideran una incertidumbre del 30%. Además, los factores de emisión por cada producto agrícola cubren el alcance de la cuna hasta la salida del campo o instalaciones. En los productos vegetales esto incluye todos los procesos de fabricación de insumos, operaciones en el campo, pero la exclusión de procesos posteriores a la cosecha (e.g. almacenamiento, secado). En los productos animales se consideran todos los procesos en las instalaciones (ganaderas, de almacenamiento y fabricación de alimentos para el ganado en la granja, operaciones en la sala de ordeño y tanque de leche, etc.). Los productos agroalimentarios en tienda incluyen las emisiones asociadas a los productos vegetales y animales, las etapas de transformación, producción de envases, transporte y almacenamiento, más no incluyen las emisiones de GEI relacionadas con el transporte de consumidores entre su hogar y la tienda, producción de envases secundarios, gestión de residuos y fin de la vida útil del embalaje. Por lo tanto, los resultados de la HC de cada alimento serán datos aproximados.

4.2 Selección del año base

De acuerdo a la norma UNE-ISO 14064-1⁴⁸, el año base es el periodo histórico especificado, para propósitos de comparar emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un periodo de tiempo. Por lo tanto, se seleccionó como año base el año 2018 para el cálculo de la Huella de Carbono del Banco de Alimentos de Navarra. La selección de este año se dio por ser el año en el cual se disponía de datos detallados para el cálculo de GEI, facilitados por el BAN, y para así poder realizar posteriores cálculos.

4.3 Identificación de las emisiones y exclusiones

Una vez establecido el año base y los alcances en los que se centrará el cálculo de la Huella de Carbono del Banco de Alimentos de Navarra, así como las emisiones producidas por la ausencia del mismo, se procedió a recopilar los datos de las actividades realizadas en las etapas operativas de cada alcance establecido anteriormente para el año 2018. En la tabla 5 se exponen los datos de las actividades, los cuales fueron facilitados por el BAN. Estos datos provienen de facturas de consumos, kilometrajes de vehículos, registros de alimentos destinados a ciertas localidades, entrevistas de las movilizaciones de voluntarios y personal contratado y registros de alimentos que entran al BAN.

Además de ello se muestran los factores de emisión que fueron obtenidos a partir de principales fuentes de información reconocidas a nivel internacional.

Tabla 5. Emisiones y exclusiones para el cálculo de la HC del BAN.

Alcance	Descripción	Fuente de datos	Datos	Observación	Factor de emisión	Fuente
Alcance 1						
Emisiones directas por combustión estacionaria	Consumo de gas natural	kWh de datos de facturas del proveedor del gas natural	52442 kWh	Instalaciones del BAN de Berrioplano (en Tudela no se utiliza gas)	0,203 kg CO2/kWh	MITECO (2020) ⁵⁵
Emisiones directas por combustión móvil	Consumo de Gasóleo tipo A o B	Facturas de gasolineras	5951,5 L	Funcionamiento diario del BAN. Transporte interno de mercancías. Transporte de los alimentos en las campañas de grandes recogidas.	2,493 kg CO2e/litro	MITECO (2020)
Emisiones directas fugitivas	Emisiones procedentes de recargas de gases refrigerantes	Se excluyen para la contabilización de la HC, debido a que en el año 2018 no hubo recarga de gases refrigerantes.				
Alcance 2						
Emisiones indirectas por consumo de electricidad de origen externo	Consumo de energía eléctrica BAN Berrioplano	kWh especificados en facturas del proveedor	74023 kWh	Servicio prestado por EMASP S. COOP	0 kg CO2e/kWh	MITECO (2020)
	Consumo de energía eléctrica BAN Tudela	de energía eléctrica	10185 kWh	Servicio prestado por Iberdrola Clientes S.A.U.	0,27 kg CO2e/kWh	MITECO (2020)
Alcance 3						

Emisiones indirectas por combustión móvil	Consumo de combustible para el transporte de mercancías de empresas donantes al BAN	Base de datos de la ubicación de los proveedores donantes (fabricantes y distribuidores, FEAD y grandes recogidas). Cálculo de los km recorridos a través de Google Maps	17112 km	Las empresas faltantes (MCP, Donantes, OPFH, Otros Bancos de Alimentos y Colectas) se excluyen de la contabilización debido a que el transporte de los alimentos corre por cuenta de los mismos	Varios	OCCC (2019) ⁵⁶
	Consumo de combustible para la entrega de los alimentos a entidades beneficiarias	Base de datos de la ubicación de las entidades beneficiarias. Cálculo de los km recorridos a través de Google Maps	130616 km	Se excluyen de la contabilización debido a que el transporte de los alimentos corre por cuenta de las entidades beneficiarias	Varios	OCCC (2019)
Emisiones indirectas por combustión móvil	Consumo de combustible para desplazamientos casa-trabajo-casa de voluntarios/contratados del BAN (Berrioplano y Tudela)	Kilómetros recorridos en transporte público y privado	265327 km	Entrevistas realizadas a los voluntarios y personal contratado acerca de su movilización diaria al BAN. El transporte en autobús se excluye de la contabilización debido a que el BAN no tiene control sobre ello	Varios	OCCC (2019)

Emisiones indirectas por productos comprados	Adquisición de cartón	Facturas de material comprado	8,85 t	Estas compras son de embalajes industriales para el transporte y almacenamiento de los alimentos	390 kg CO ₂ e/t	ADEME (2020) ⁵³
	Adquisición de madera	Facturas de material comprado	0,82 t		36,7 kg CO ₂ e/t	ADEME (2020)
	Suministro de agua potable	Facturas del consumo de agua de las dos sedes	266 m ³	-	0,08 kg CO ₂ e/m ³	MCP (2018)

4.4 Cuantificación de las emisiones

4.4.1 Metodología para la cuantificación de emisiones

La cuantificación de emisiones de GEI tanto con la acción del BAN como sin él, se realizó a partir de la metodología planteada por GHG Protocol:

- Cálculos descentralizados: las instalaciones individuales recopilan datos de actividad/uso de combustible y calculan directamente sus emisiones de GEI utilizando métodos aprobados, e informan estos datos al nivel corporativo³⁵.

$$\text{Emisiones de GEI (t CO}_2\text{ e)} = \text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Siendo:

- Dato de actividad: medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión. Por ejemplo, para este estudio se dispone del consumo de combustible, donde se utilizaron los datos de actividad relativos a distancia recorrida (km), así como en el caso de la electricidad, el dato de la actividad fue el consumo eléctrico de la instalación (expresado en kWh).
- Factor de emisión: normalmente viene expresado en toneladas de GEI/unidad (dependiendo la unidad de las unidades del dato de actividad). Para los cálculos de este estudio se utilizaron factores de emisión sectoriales, para cada proceso productivo, factores de emisión por distancia recorrida para distintos tipos de vehículos, etc.

4.4.2 Herramientas de cálculo

Para la cuantificación de las emisiones de GEI del Banco de Alimentos de Navarra y sin él, se optó por desarrollar una herramienta (calculadora) en formato Excel hecha a medida. La calculadora fue estructurada de tal manera que separaron los tres alcances: “emisiones directas”, “emisiones indirectas por energía” y “otras emisiones indirectas”, así como las emisiones generadas por la ausencia del BAN.

5. RESULTADOS

Los resultados muestran que la Huella de Carbono del Banco de Alimentos de Navarra ha generado emisiones directas e indirectas llegando a un promedio de 84 t CO₂ equivalente en el año 2018.

Las principales fuentes de emisión, que suponen el 67% de las emisiones totales del BAN, corresponden al alcance 3 (emisiones indirectas). Este alcance abarca actividades como el transporte de mercancías, lo que representa la entrada de alimentos de las siete fuentes proveedoras hacia el BAN, el transporte diario de voluntarios y personal contratado desde su lugar de residencia hasta el BAN, así como el consumo de bienes y servicios, que en este caso da lugar a la compra de cartón y madera para embalaje y almacenamiento de los alimentos, y el consumo de agua potable tal y como se explica en la sección 5.3. En segundo lugar, se observan las emisiones de GEI generadas por el alcance 1 (emisiones directas), representando el 31% de las emisiones totales, las cuales corresponden a la combustión fija y combustión móvil en instalaciones del BAN tanto de Berrioplano como de Tudela. La combustión fija hace referencia al consumo de gas natural y la combustión móvil hace referencia a los desplazamientos de las furgonetas del BAN vinculadas a gestiones internas de la organización. Finalmente, el alcance 2 (emisiones indirectas) es el que menor cantidad representa en el total de emisiones totales del BAN con un 3%. Este alcance hace referencia únicamente al consumo de energía eléctrica de toda la organización de las dos sedes antes mencionadas. Las emisiones de cada alcance se representan en la figura 11.

Reparto de emisiones por alcance

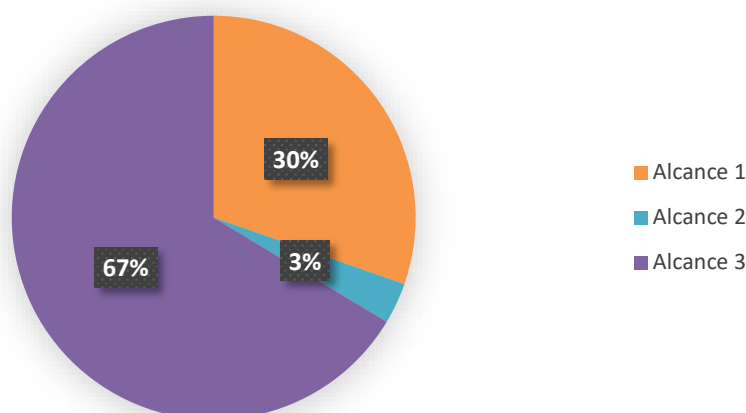


Figura 11. Reparto de emisiones por alcance

5.1 Huella de carbono del BAN alcance 1

La HC calculada en el alcance 1 dio como resultado 25 t CO₂e. Dentro de este alcance se consideran las emisiones directas de GEI que provienen de fuentes que son propiedad del BAN y son controladas por la organización; en este caso se trata de todas las actividades realizadas en las instalaciones del BAN de Berrioplano y Tudela.

En la tabla 6, se observa en primera instancia el consumo de gas natural correspondiente al año 2018. Su consumo total fue de 52.442 kW/h, generando 11 t CO₂e. Dentro del alcance 1 también se consideran las emisiones directas por combustión móvil, estas provienen del consumo de combustible el cual es usado para realizar desplazamientos y labores de las furgonetas del BAN. Su consumo anual fue de 5.951,5 litros de gasóleo, generando así 15 t CO₂e. Finalmente dentro de este alcance se excluyeron las emisiones de GEI ocasionadas por el uso de gases refrigerantes, debido a que en el año 2018 (año base del cálculo de la HC), no se realizó dicha actividad, por lo tanto, las emisiones de este ítem son nulas.

Tabla 6. Emisiones directas generadas por el alcance 1

Actividad	Fuente de emisión	Factor de emisión	Dato de actividad	t CO ₂ e
Combustión fija	Gas Natural	0,203 kg CO ₂ /kWh	52.442 kW/h	11

Desplazamientos en vehículos	Gasóleo	2,493 kg CO2e/litro	5.951,5 l	15
Recarga de gases refrigerantes	-		-	0
Total				25

Si analizamos las emisiones en función del tipo de actividad donde se han generado más GEI, destaca la actividad de desplazamiento de vehículos por el uso del combustible gasóleo representando el 58% del total. Estas se encuentran seguidas de la actividad de combustión fija por el uso de gas natural, las cuales generan el 42% de las emisiones. La figura 12, muestra el reparto del total de emisiones por tipo de actividad.

Reparto de emisiones alcance 1

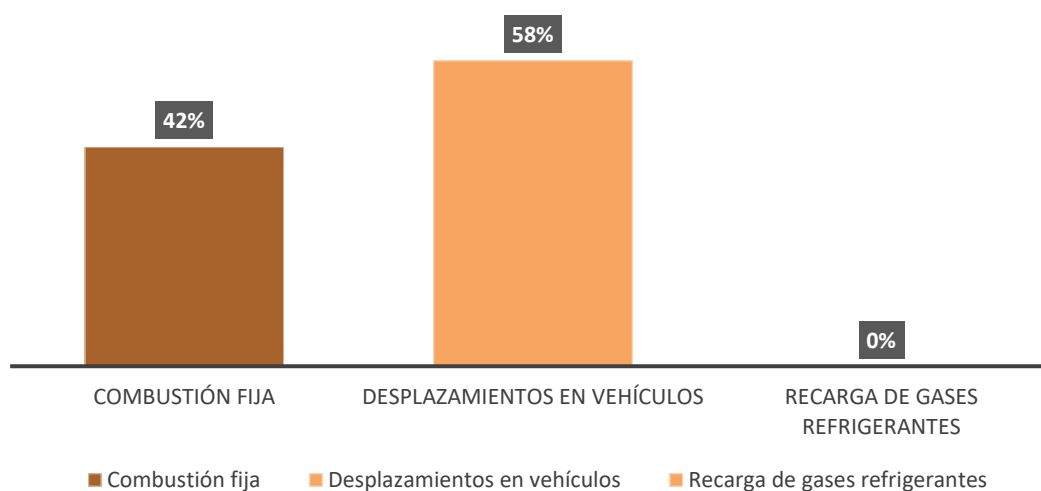


Figura 12. Porcentaje de emisiones de combustibles usados en el alcance 1

5.2 Huella de carbono del BAN alcance 2

La HC calculada en el alcance 2 dio como resultado 3 t CO₂e. Dentro de este alcance se considera las emisiones indirectas de GEI que provienen específicamente del consumo de energía eléctrica adquirida por el BAN. En la tabla 7, se muestran los consumos de energía eléctrica de las instalaciones tanto de Berrioplano como de Tudela y su consumo total, que fue de 84.208 kWh.

En el caso del consumo de energía eléctrica del BAN ubicado en Berrioplano, se encontró que sus emisiones son nulas. Esto se debe a que el BAN adquiere la energía de la comercializadora EMASP S. COOP, esta comercializadora utiliza energía de origen renovable (solar, hidráulica, eólica y biomasa) producida mediante recursos naturales⁵⁷. Sin embargo, la comercializadora de energía eléctrica del BAN de Tudela, sí emite GEI, siendo esta última la única actividad en donde se encontraron emisiones de GEI.

Tabla 7. Emisiones indirectas generadas por el alcance 2

Actividad	Dato de actividad	Factor de emisión	Comercializadora	t CO ₂ e
Consumo de energía eléctrica Berrioplano	74.023 kWh	0 kg CO ₂ e/kWh	EMASP S. COOP	0
Consumo de energía eléctrica Tudela	10.185 kWh	0,27 kg CO ₂ e/kWh	Iberdrola Clientes S.A.U.	3
Total	84.208 kWh			3

5.3 Huella de carbono del BAN alcance 3

La HC calculada en el alcance 3, dio como resultado 56 t CO₂e. Dentro de este alcance se consideran las emisiones indirectas relacionadas con servicios subcontratados, viajes de trabajo y compra de bienes y servicios.

La tabla 8, detalla en primera instancia las emisiones de GEI generadas por el transporte de los alimentos que son donados por los proveedores y son trasladados hacia el BAN, lo cual resultó una cantidad de 8 t CO₂e.

En el apartado de 3.5.3 Banco de Alimentos de Navarra, se describen cuáles y cuántos son los proveedores que cada año entregan los alimentos a esta organización. Por lo tanto, para el cálculo de la HC, solamente se consideraron 3 entidades donantes (fabricantes y distribuidores, FEAD y grandes recogidas) de un total de 7, excluyendo a 4 de ellas. El motivo por el cual fueron excluidas estas 4 entidades se debe a que el coste del transporte de los alimentos corre por cuenta de las propias empresas, por lo tanto, las emisiones de GEI no corresponden al BAN. Sin embargo, en el caso del coste del traslado de los alimentos hacia el BAN por parte de los fabricantes y distribuidores, por parte del programa FEAD (traslado de alimentos Tudela-Berrioplano) y en las Grandes Recogidas (recolección de algunos comercios y pocas localidades), éste se asume por el BAN.

Con estas especificaciones, se observa en la tabla 8 que se emiten más GEI debidas al traslado de los alimentos desde los fabricantes y distribuidores, que recorren largas distancias hacia el BAN, representado 7,7 t CO₂e, mientras que las emisiones de GEI son mucho menores cuando se realiza el traslado desde el FEAD y grandes recogidas (0,6 t CO₂e).

Tabla 8. Emisiones indirectas del transporte de los alimentos

Actividad	Empresas donantes	Factor de emisión	Tipo de vehículo	Dato de actividad	t CO ₂ e
Transporte de alimentos de empresas donantes hacia el BAN	Fabricantes y distribuidores	varios	Camión	16.011 km	7,7
	Programa FEAD	0,56 kg CO ₂ e/km	Camión	945 km	0,6
	Grandes recogidas	0,45 kg CO ₂ e/km	Camión	156 km	
Total					8,3

En lo que respecta a las emisiones de GEI generadas por el transporte de voluntarios y personal contratado desde el origen de sus hogares hacia el BAN es de 43 t CO₂e. Se determinó que el personal que se traslada desde Pamplona hacia el BAN utilizando vehículos turismos de tipo medio, es el que mayor GEI emite representando 40,34 t CO₂e, mientras que el personal que se traslada en motocicleta, furgoneta y en vehículos turismos de tipo medio incluido el personal de Tudela, emiten 3,06 t CO₂e. Estas diferencias tan importantes se deben a que el 96% del total del personal se movilizan en coche propio, por ende, realizan un mayor consumo de combustible, en comparación de los que se movilizan en motocicleta y furgoneta que llegan a ser un 4%.

Tabla 9. Emisiones indirectas del traslado del personal

Actividad	Origen	Factor de emisión	Tipo de vehículo	Dato de actividad	t CO ₂ e
Transporte de voluntarios y personal contratado	Pamplona	0,099 kg CO ₂ e/km	Motocicleta	5.670 km	0,56
	Pamplona	varios	Turismo medio	235.732 km	40,34
	Pamplona	0,205 kg CO ₂ e/km	Furgoneta	4.320 km	0,88
	Tudela	0,185 kg CO ₂ e/km	Turismo medio	9.045 km	1,62
Total					43,40

Los resultados de las emisiones de GEI generadas por la compra de cartón y madera, así como el consumo de agua potable es de 4 t CO₂e. La adquisición de estos bienes (cartón y madera) por parte del BAN es para almacenamiento y transporte de los alimentos.

Tabla 10. Emisiones indirectas de compra de bienes y servicios

Actividad	Bien/servicio	Factor de emisión	Dato de actividad	t CO ₂ e	Incertidumbre
Compra de bienes	Cartón	390 kg CO ₂ e/t cartón	8,85 t	3,45	20%
	Madera	36,7 kg CO ₂ e/t cartón	0,82 t	0,03	50%
Compra de servicios	Agua potable	0,08 kg CO ₂ e/m ³	266 m ³	0,02	-
Total				3,50	

Una vez calculadas las emisiones de GEI del alcance 3, se observó que la mayor actividad que repercute en la totalidad de estas emisiones es el transporte del personal del BAN, figurando el 78% de las emisiones, mientras que el transporte de mercancías representa el 15%. Finalmente se observó un impacto muy bajo por parte de la compra de bienes, suponiendo el 7% de las emisiones (figura 13).

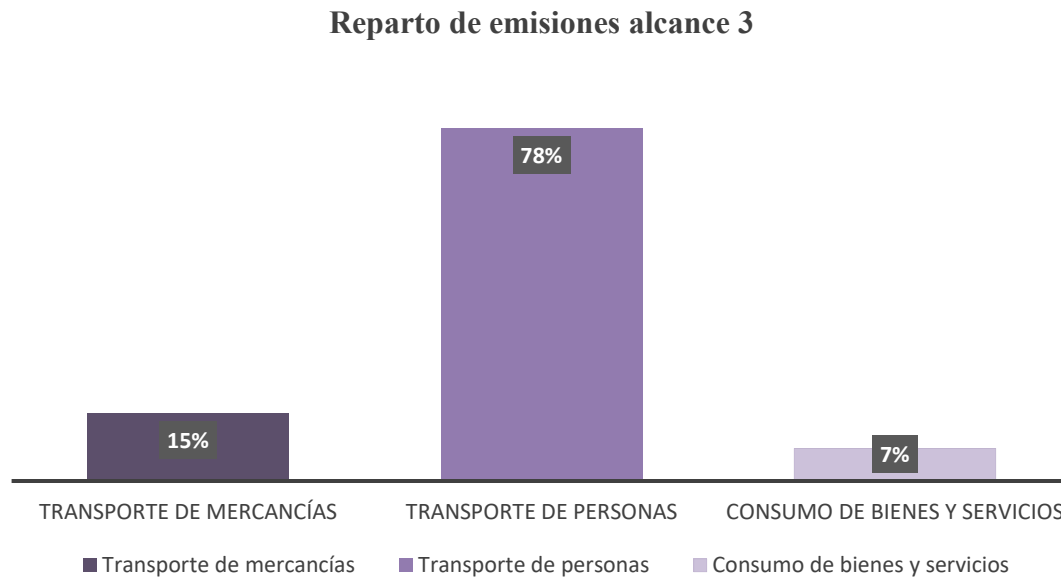


Figura 13. Porcentaje de emisiones del alcance 3

5.4 Gases de efecto invernadero emitidos en un escenario “sin BAN”

Las emisiones de GEI en un escenario “sin BAN” resultó ser de 4.715 t CO₂e. Estas emisiones se calculan en base a dos elementos: la gestión como residuos de los alimentos no distribuidos por los fabricantes, distribuidores, MCP y otros proveedores (443 t CO₂e), y la necesidad de producir nuevos alimentos destinados a las personas más vulnerables (4.272 t CO₂e), ya que no existe una entidad que los proporcione.

En la figura 14, se aprecia que, en un escenario “sin BAN”, la producción adicional de alimentos equivale el 91% del total de las emisiones de GEI mientras que la gestión de residuos equivale el 9% de emisiones de GEI.

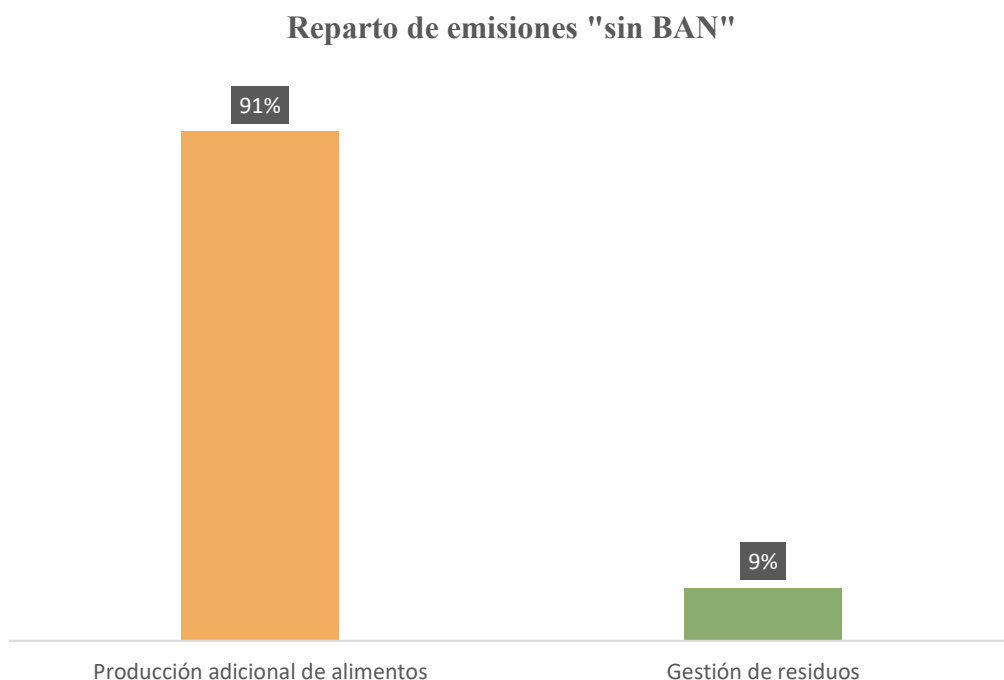


Figura 14. Porcentaje de emisiones en escenario “sin BAN”

5.4.1 Gases de efecto invernadero emitidos de la gestión de residuos

Los alimentos que no serían recogidos por el BAN (de fabricantes, distribuidores, MCP y otros Bancos de Alimentos) son generalmente gestionados por medio de gestores de residuos. Este desperdicio estimado corresponde a 2.767 t de residuos, que recibirán diferentes tratamientos: biometanización, compostaje, reciclaje, o irán directamente al vertedero. De acuerdo a los cálculos realizados, se encontró que la gestión de estos residuos representa 443 t CO₂e. Estas emisiones corresponden específicamente al tratamiento final que se les dan a los residuos, no incluye emisiones generadas por el transporte, por lo tanto, al excluir el transporte, probablemente se dé lugar a una subestimación de los resultados.

En la figura 15, se observa el resultado total de los cuatro tratamientos realizados a los residuos efecto del desperdicio alimentario “sin la acción del BAN”. En la gráfica se puede observar que el tratamiento que más GEI genera, son los desperdicios enviados al vertedero. Este tratamiento representa el 85% del total de las emisiones generadas por la gestión de residuos.

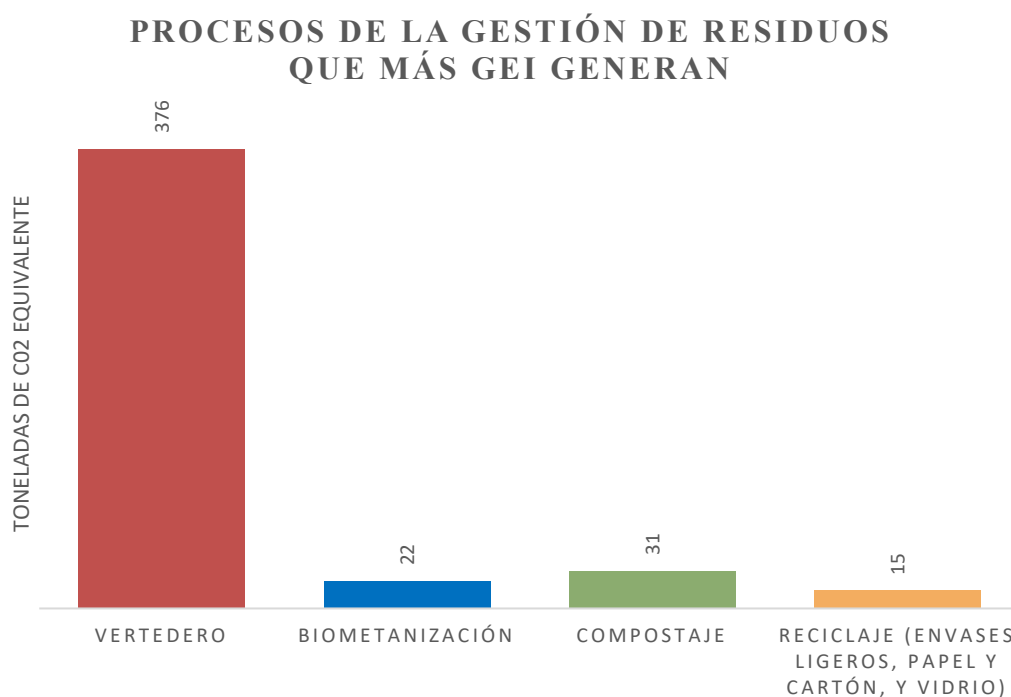


Figura 15. Tratamientos de la gestión de residuos y sus correspondientes emisiones de GEI

- **Alimentos cuyos donantes provienen de la MCP**

De las 2.767 t de residuos, 778 t tendrían que ser gestionadas por la MCP. El 49% de estos residuos corresponde a materia orgánica (381 t), de los cuales el 53% (202 t) serían destinados a las plantas de biometanización para su tratamiento, lo cual generaría emisiones de GEI de 4 t CO₂e, mientras que el 47% restante de materia orgánica (180 t) entrarían a compostaje, emitiendo 31 t CO₂e. Por lo tanto, el tratamiento total de la materia orgánica (biometanización y compostaje) representa 35 t CO₂e.

Por otro lado, se encontró que el 9% (71 t) de los otros residuos son enviados al vertedero, por lo que se determinó que esta cantidad emite 44 t CO₂e. El resto de los residuos 42% (325 t) corresponde al reciclaje y tratamiento final del papel, cartón, envases ligeros y vidrio, por lo que se obtuvo que estos emiten 7 t CO₂e. Estos resultados se encuentran recogidos en la tabla 11.

Tabla 11. Emisiones de la gestión de residuos de la MCP

Residuos MCP	Dato de actividad	Factor de emisión	Emisiones t CO ₂ e
Biometanización	202 t	0,020 kgCO ₂ eq/kg	4
Compostaje	180 t	0,172 kgCO ₂ eq/kg	31
Vertedero	71 t	0,624 kgCO ₂ eq/kg	44

Papel y cartón	67 t	0,052 kgCO ₂ eq/kg	4
Envases ligeros	211 t	0,016 kgCO ₂ eq/kg	3
Vidrio	47 t	0,007 kgCO ₂ eq/kg	0
Total	778 t		86

- Alimentos cuyos donantes provienen del resto de Navarra**

De las 2.767 t de residuos en un escenario “sin BAN”, 853 t corresponden a residuos que provienen del resto de Navarra. El 64,1% de los residuos (547 t) serían destinados a biometanización, emitiendo 11 t CO₂e, el 35% (298 t) serían enviados al vertedero, emitiendo 186 t CO₂e; el 0,1% (0,74 t) de residuos representa el reciclaje de envases ligeros, esta actividad emite 0,01 t CO₂e. Por otro lado, se encuentra el rechazo (parte que no se ha podido reciclar o valorizar), el cual representa el 0,8% (6,5 t) y que no se consideró para los cálculos dado que no se conoce su destino final. Es importante mencionar que las emisiones generadas por el transporte asociado a la gestión de residuos no fueron calculadas. La tabla 12, muestra los resultados antes descritos.

Tabla 12. Emisiones de la gestión de residuos con origen en Navarra

Residuos con origen en Navarra (salvo la MCP)	Dato de actividad	Factor de emisión	Emisiones t CO₂e
Biometanización	547 t	0,020 kgCO ₂ eq/kg	11
Vertedero	298 t	0,625 kgCO ₂ eq/kg	186
Reciclaje (envases ligeros)	0,74 t	0,016 kgCO ₂ eq/kg	0,01
Rechazo	6,5 t	-	-
Total	853 t		197

- Alimentos cuyos donantes provienen del resto de España**

Son 1.136 t de residuos los que se tendrían que gestionar “sin la acción del BAN”, los cuales provienen del resto de España, y se ha estimado que esta cantidad de residuos generaría 159 t CO₂e. El 32% de los residuos (364 t) serían destinados a biometanización, emitiendo 7 t CO₂e, el 20% (232 t) serían enviados al vertedero, emitiendo 144 t CO₂e, el 18% (207 t) de residuos representa el reciclaje de envases ligeros, esta actividad emitiría 8 t CO₂e, mientras que otros tratamientos específicos, como la gestión a través de un centro de recogida y transferencia, o reciclaje y reutilización de madera y el rechazo representa el 29% (332 t), y que no se consideró para los cálculos dado que no se conoce su destino final.

Como en el caso anterior, es importante mencionar que las emisiones generadas por el transporte asociado a la gestión de residuos no fueron calculadas. Los resultados de dichas actividades se exponen en la tabla 13.

Tabla 13. Emisiones de la gestión de residuos provenientes del resto de España

Residuos que provienen del resto de España	Dato de actividad	Factor de emisión	Emisiones t CO ₂ e
Biometanización	364 t	0,020 kgCO ₂ eq/kg	7
Vertedero	232 t	0.625 kgCO ₂ eq/kg	144
Reciclaje (envases ligeros)	207 t	0,016 kgCO ₂ eq/kg	8
Rechazo	4 t	-	-
Otros	328	-	-
Total	1.136 t		159

5.4.2 Gases de efecto invernadero emitidos de la producción adicional de alimentos

Las emisiones de GEI de la producción adicional de alimentos (2.767 t) “sin la acción del BAN” sería de 4.272 t CO₂e. De acuerdo a los cálculos realizados (figura 16), se observa que los alimentos que más emisiones de GEI generan son los que se encuentran dentro de la categoría de productos lácteos; estos llegan a emitir hasta 896 t CO₂e, lo cual representa el 21% de las emisiones totales. De la misma manera se identifica que son 11 tipos de alimentos, de las 20 categorías consideradas, los que más emisiones de GEI generan, representando el 97,60% del total de las emisiones con 4169 t CO₂e. Estos alimentos son: productos lácteos (20,97%), hortalizas y legumbres (12,12%), platos preparados (11,62%), frutas (10,90%), conservas de verduras (7,43%), bebidas (6,29%), bollería, galletes y dulces (5,37%), carnes (4,08%), condimentos y salsas (3,97%), cereales, harinas, pan y pasta (2,40%), siendo el resto atribuible a alimentos no catalogados (12,46%). El resto de los alimentos representan el 2,40% del total de las emisiones, sumando 102 t CO₂e, siendo estos alimentos: snacks variados, frutas en conserva, cacao y chocolate, huevos, café e infusiones, pescado, alimentos infantiles y finalmente frutos secos. Estos resultados presentan el 30% de incertidumbre, dado que los datos disponibles para el cálculo de las emisiones generadas por la producción de alimentos son escasos y en su mayoría se tomaron factores de emisión correspondientes a la base de datos de ADEME. De la misma manera, estos resultados obtenidos cubren el alcance desde las etapas de fabricación de insumos, operaciones en el campo, emisiones desde las instalaciones ganaderas, transformación,

producción de envases, transporte y almacenamiento, más no incluyen las emisiones de GEI relacionadas con el transporte de consumidores entre su hogar y la tienda, producción de envases secundarios, gestión de residuos y fin de la vida útil del embalaje. Por lo tanto, los resultados de la HC de cada alimento que se presentan son datos aproximados y posiblemente subestimados.

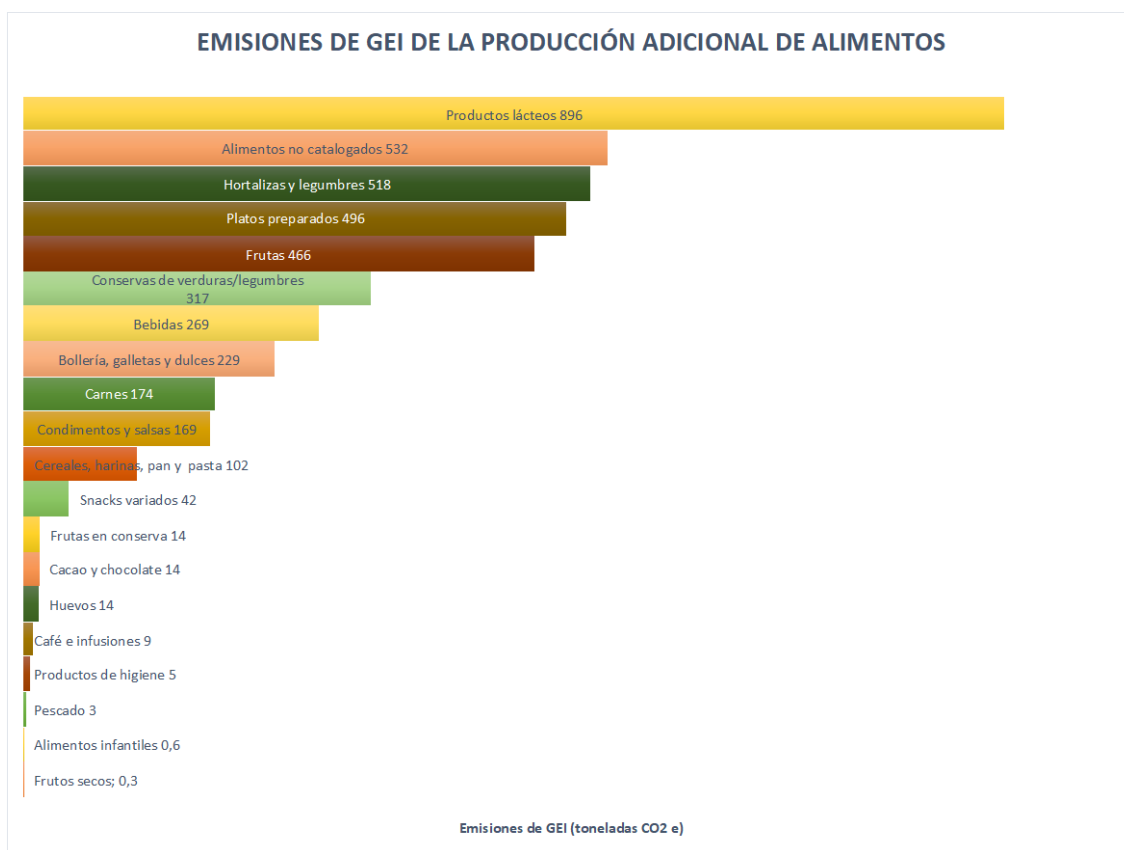


Figura 16. Emisiones de la producción de alimentos en escenario “sin BAN”

Por lo tanto, una vez calculadas las emisiones anuales totales (de GEI para el año 2018 con la acción del BAN (84 t CO₂ e) y “sin la acción del BAN” (4.715 t CO₂ e), a continuación, se presenta el balance de emisiones de GEI de la actividad del Banco de Alimentos de Navarra:

Balance anual de HC del BAN = emisiones generadas por el BAN – emisiones generadas por el desaprovechamiento de los alimentos

Balance anual de HC del BAN = 84 t CO₂ e – 4.715 t CO₂ e

Balance anual de HC del BAN = - 4.631 t CO₂ e

En definitiva, la huella de carbono del BAN podría ser calificada como “negativa” en el sentido de que su actividad evita que se produzca una importante cantidad de emisiones GEI. Esto equivale a un balance de emisiones de GEI altamente favorable y ambientalmente positivo de la actividad del BAN. A continuación, en la figura 17, se puede observar el balance de las emisiones GEI directas e indirectas (alcances 1, 2 y 3), así como las emisiones evitadas gracias a la acción del BAN.

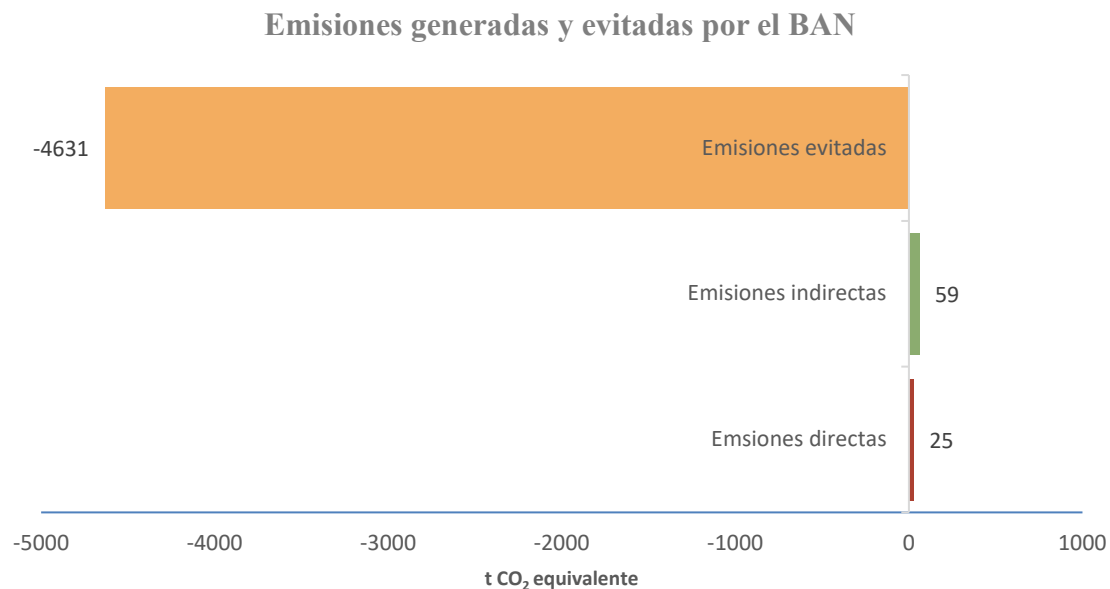


Figura 17. Emisiones directas, indirectas y evitadas por el BAN (t CO₂ e)

Estos resultados indican que “sin la acción del BAN”, las emisiones generadas por la gestión de residuos de los alimentos que se desperdician y la producción adicional de estos son mucho mayores, alcanzando 4.715 t CO₂ equivalente. La diferencia de estas emisiones entre la acción del BAN y “sin la acción del BAN” se muestran en la figura 18.

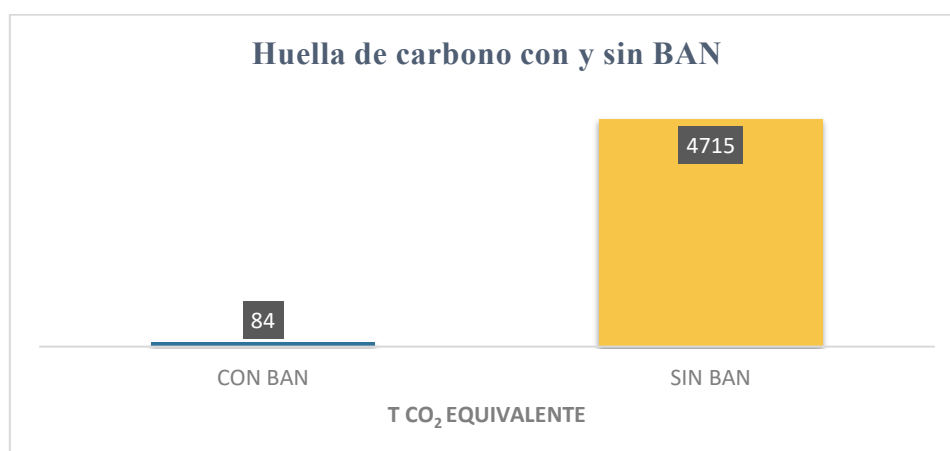


Figura 18. HC con y sin la acción del BAN (t CO₂ e)

6. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio han mostrado que, si no existiera el Banco de Alimentos de Navarra, la huella de carbono de la gestión de residuos y la producción adicional de alimentos sería mucho más elevada en comparación con la huella de carbono derivada de la acción del BAN, lo que tendría mayor efecto negativo sobre el cambio climático. Los resultados indican lo importante e imprescindible que resulta la acción del BAN, ya que este evita que anualmente alrededor de 4.715 t CO₂ e sean emitidas a la atmósfera.

La HC del BAN está asociada en su mayoría a emisiones de GEI indirectas, que representaron el 70% del total. Estas emisiones son el resultado del consumo energético y, sobre todo, asociadas al transporte de mercancías, traslado de voluntarios y consumo de bienes y servicios.

El consumo energético registrado en el almacenamiento, gestión y distribución de alimentos, así como actividades laborales del BAN de Tudela es de 3 t CO₂ e. El consumo energético del BAN de Berrioplano no genera emisiones de GEI, debido a que esta sede contrata el servicio de energía renovable. Esto enfatiza la importancia del uso de este tipo de energía más responsable y sostenible con el medio ambiente.

En cuanto a las emisiones de GEI indirectas asociadas al traslado de voluntarios (no controladas por el BAN), se encontró que estas representan el 78% del total de las emisiones de GEI, en total son 43,4 t CO₂ e por año. Estos resultados indican el papel negativo del uso de combustibles fósiles, no renovables; en este caso se hace referencia al uso mayoritario de transportes privados (motocicletas, coches y furgonetas), que utilizan en su mayoría gasolina para su funcionamiento. La HC del Banco de Alimentos de Burdeos emite cerca de la mitad de GEI (21,55 t CO₂ e) a pesar de contar con muchos más voluntarios. Esta gran diferencia se debe a que, en el caso del Banco de Alimentos de Burdeos, el 75% del total de voluntarios hacen uso de transporte público, con valores de emisión GEI muy bajos. Por lo tanto, estas emisiones no fueron consideradas en dicho estudio y solamente fue considerado el 25% del total de voluntarios que hacen uso de sus coches personales.

Se encontró que las emisiones de GEI directas producidas por el BAN (uso de combustibles móviles), donde se considera el consumo de gas natural y consumo de gasóleo para traslado de alimentos y labores diarias del BAN, emiten el 30% del total de la HC. A pesar de que el BAN hace uso de diésel para las movilidades, este igualmente emite cantidades altas de GEI, por lo que parece importante que los viajes realizados por el BAN tanto para el traslado de alimentos como para las labores diarias, sea gestionado de manera más eficiente. Por ejemplo, se podrían realizar viajes completos y evitar

realizar viajes medio llenos de tal manera que se aprovechen los viajes realizados y así evitar el consumo excesivo de combustible.

Los resultados obtenidos de la HC “sin la acción del BAN”, que abarcan las emisiones de GEI generadas por la gestión de residuos del desperdicio de alimentos, así como la producción adicional de estos, permite tener una visión global del impacto ambiental que tendrían los alimentos si fueran desechados por las empresas donantes o por los proveedores. Se obtuvo que la ausencia del BAN supondría la emisión de 4.715 t CO₂e por año.

La gestión de residuos, que considera las emisiones de GEI ocasionadas por los tratamientos finales de los desperdicios alimentarios, supone el 9% del total de las emisiones de GEI “sin la acción del BAN”.

El escenario más desfavorable, que supone una mayor cantidad de emisiones de GEI y, por lo tanto, un mayor impacto sobre el cambio climático, es el escenario de vertedero. Este tipo de gestión genera el 85% del total de las emisiones de GEI producidas para gestionar los residuos. Esta actividad genera más GEI debido a que los vertederos desprenden metano y este es un gas con mayor potencial para el calentamiento global que el CO₂. Seguidamente, se encuentra el escenario de compostaje, el cual representa el 7% del total de las emisiones de GEI de la gestión de residuos. En tercer lugar, se encuentra el tratamiento de residuos por biometanización. Las emisiones debidas a este tratamiento suponen 22 t CO₂e, lo que equivale al 5% del total de las emisiones de GEI de la gestión de residuos. Finalmente, en cuanto a la gestión de los residuos inorgánicos, como los envases ligeros, papel cartón y vidrio, el escenario que supone un menor impacto ambiental es el del reciclaje debido a que estos materiales serán nuevamente utilizados, dándoles una segunda vida útil. Este tratamiento supone solamente el 3% del total de las emisiones de GEI de la gestión de residuos.

Por lo tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos, la gestión que supone un menor impacto sobre el cambio climático es aquella que combina una eficiente recuperación de materiales reciclables, así como la realización de tratamientos biológicos (biometanización y compostaje). Por el contrario, cuando los desperdicios alimentarios son enviados al vertedero, esto conlleva una mayor producción de GEI y, por lo tanto, supone un mayor impacto sobre el cambio climático. Estos resultados obtenidos sobre los tratamientos de residuos que más emisiones de GEI producen, concuerdan por un estudio realizado por Montejano⁵⁸, en el que realizó una comparación de distintos tratamientos de residuos urbanos mediante el cálculo de la huella de carbono.

El segundo componente del sistema “sin la acción del BAN” es la producción adicional de alimentos para beneficiar a las personas más vulnerables. Esta producción adicional se relaciona exclusivamente con los productos que son donados por los proveedores, lo cual resultó en una generación de emisiones de GEI muy elevadas, en total fueron 4.272 t CO₂e, representando el 91% del total de la HC “sin la acción del BAN”. Los cálculos mostraron la cantidad de CO₂ equivalente (t) para cada categoría de alimentos. Se obtuvo que el grupo de productos lácteos fueron los responsables de emitir 896 t CO₂e, representando el 21% de las emisiones totales de la producción adicional de alimentos, suponiendo la gran mayoría de las emisiones de GEI de este escenario. Hay que relacionar esto con la cantidad de lácteos que se supone hay en el total de los alimentos desperdiciados

Los resultados de este estudio demostraron que “sin la acción del BAN” el desperdicio de alimentos puede producir impactos ambientales negativos considerables, como es el caso de una importante emisión de GEI. En contraste, la acción del BAN supone una reducción total de emisiones de GEI. Esta reducción reveló la efectividad de la gestión del Banco de Alimentos de Navarra para disminuir la huella de carbono del desperdicio de alimentos.

7. ESTRATEGIAS Y PLAN DE MEJORA

Una vez calculada la HC del BAN y analizadas las actividades que más GEI emiten, se procede a presentar algunas estrategias como recomendación para la reducción de estas emisiones:

Energía eléctrica:

- Uso de energía eléctrica renovable: al igual que lo hace la sede de Berrioplano, se recomienda a la sede de Tudela contratar el servicio de energía eléctrica renovable, ya que este tipo de energía no emite GEI.
- Instalación de sistemas de control de tiempo: si no es posible realizar la acción anterior, se recomienda que la sede de Tudela instale sistemas de control de tiempo, ya que esto permitirá apagar las luces según un horario establecido y así evitar que las mismas estén encendidas más tiempo del necesario.
- Sustitución de lámparas, que deberá realizarse cuando el rendimiento de estas ya no es adecuado.
- Realización de revisiones periódicas del consumo energético de la instalación de iluminación con la finalidad de evitar consumos excesivos debidos a averías o mal funcionamiento.
- Sensibilización del personal para que apague los aparatos electrónicos cuando no se usan, especialmente los ordenadores.

Transporte:

Estas estrategias están enfocadas tanto para los vehículos utilizados por el BAN, así como para los vehículos que son utilizados por los voluntarios para su traslado diario.

- Adquisición de vehículos eficientes en el consumo de combustible: A medida que el BAN renueve la flota de vehículos, se debe considerar comprar coches que cuenten con su calificación energética. Cuanto más eficiente sea en el consumo de combustible menos emisiones de GEI se generarán.
- Optimización de rutas: realizar una planificación eficiente que permita la reducción del uso de combustible, reflejando rutas más cortas, con menos interrupciones de tráfico y más seguras. Esto se puede conseguir mediante el uso y adquisición de un software que permita reducir los kilómetros recorridos a los estrictamente necesarios para cumplir con el servicio y así evitar hacer kilómetros extra.
- Realización de revisiones periódicas de los vehículos: los cambios de filtros y aceites puede restar un 10% de eficiencia al vehículo. En todo caso, deben realizarse las revisiones periódicas que recomienda el fabricante del vehículo para que el consumo de combustible esté optimizado.
- Formación de los conductores en condición eficiente: la conducción eficiente permite lograr reducir el uso de combustible en un 15%. Por tal razón es fundamental sensibilizar y formar al personal.
- Sensibilización de los voluntarios para el uso de bicicletas o monopatines eléctricos cargados con energía renovable (por ejemplo, se podrían recargar en el mismo BAN en Pamplona), especialmente para voluntarios que se encuentran cerca de las instalaciones de Berrioplano y también para el uso del transporte público. Esto ayudaría a reducir en su mayor parte las.
- Sensibilización de los voluntarios para el uso o compra de vehículos en donde el tipo de combustible móvil sea el que menos contamine, en este caso el uso de vehículos híbridos.

De acuerdo con las recomendaciones antes descritas en el plan de mejora, se ha calculado, en el caso de que estas sean implementadas por el BAN, cuánto supondría en términos de disminución de GEI. Como se observa en la tabla 14, estas recomendaciones permitirían disminuir considerable las emisiones de GEI del BAN.

Tabla 14. Emisiones indirectas de compra de bienes.

Acción dirigida	Descripción de la acción dirigida	Emisiones GEI actuales (t CO ₂ e)	Disminución de GEI deseados	Emisiones de GEI reducidas (t CO ₂ e)	Tiempo para la implementación	HC actual (t CO ₂ e)	HC reducida (t CO ₂ e)	Porcentaje de reducción de HC
Energía eléctrica renovable	Al igual que la sede del BAN de Berrioplano, la sede de Tudela puede realizar la contratación del servicio de energía eléctrica renovable.	3	100%	0	1 año	84	70,3	16%
Uso de bicicleta como transporte eficiente	El 93% de los voluntarios (164) se movilizan en coche propio, si el 50% de estos (82) optarían por movilizarse en bicicleta, se disminuirían considerablemente las emisiones de GEI.	43	25%	10,7	1 año			
Total				10,7				

El presente plan de mejora pretende implementar energía eléctrica renovable en la sede de Tudela, así como incentivar el uso de bicicletas como medio de transporte de los voluntarios. Estas medidas podrían reducir hasta el 16% del total de la HC del BAN, de tal manera que se emitirían 70,3 t CO₂e en vez de las 84 t CO₂e.

8. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se han obtenido tras la realización de este trabajo son:

- El cálculo de la HC del BAN indica que el traslado tanto de mercancías como de voluntarios, así como la compra de bienes, son las actividades que más GEI emiten, representando alrededor del 67% del total de emisiones.
- La gestión de residuos y la producción adicional de alimentos en un escenario “sin la acción del BAN” emitirían 56 veces más GEI que con la acción del BAN.
- El impacto más significativo “sin la acción del BAN” fue la producción adicional de alimentos, si bien se debe tomar en cuenta que el resultado obtenido de la producción adicional de alimentos cuenta con una incertidumbre bastante alta, debido a que la información sobre los factores de emisión generados por la producción de alimentos es escasa y, por lo tanto, se han debido tomar factores de emisión que no corresponden a España.
- Independientemente de la labor solidaria y social que realiza el BAN, hay que señalar su contribución ambiental positiva, expresada en el ahorro de emisiones de GEI, como

consecuencia del ahorro de alimentos donados, generando emisiones anuales “negativas” equivalentes a – 4631 t CO₂ equivalente.

- Se ha propuesto un plan de acción que incluye una serie de medidas para la reducción de la HC del BAN con potencial para disminuir hasta el 16% del total de las emisiones de GEI.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Mgbemene CA. The effects of industrialization on climate change. Fulbright Alumni Assoc Niger 10th Anniv Conf Dev Environ Clim Chang Challenges Niger Univ Ibadan. 2011;(September 2011):12-15. https://www.researchgate.net/profile/Chigbo_Mgbemene/publication/318888520_THE_EFFECTS_OF_INDUSTRIALIZATION_ON_CLIMATE_CHANGE/links/5983a456458515b420c9665c/THE-EFFECTS-OF-INDUSTRIALIZATION-ON-CLIMATE-CHANGE.pdf.
2. IPCC. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow TZ and JCM, ed.). NY, USA; 2014. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf.
3. Menezes-Silva PE, Loram-Lourenço L, Alves RDFB, Sousa LF, Almeida SE da S, Farnese FS. Different ways to die in a changing world: Consequences of climate change for tree species performance and survival through an ecophysiological perspective. *Ecol Evol*. 2019;9(20):11979-11999. doi:10.1002/ece3.5663
4. Hondula DM, Balling RC, Vanos JK, Georgescu M. Rising temperatures, human health, and the role of adaptation. *Curr Clim Chang Reports*. 2015;1(3):144-154.
5. UN Water. Informe de Políticas de ONU-AGUA Sobre El Cambio Climático y El Agua.; 2019. file:///C:/Users/Lorena Ramirez/Downloads/UN-Water_PolicyBrief_Water_Climate-Change_ES (2).pdf.
6. Han BA, Kramer AM, Drake JM. Global patterns of zoonotic disease in mammals. *Trends Parasitol*. 2016;32(7):565-577.
7. Afelt A, Frutos R, Devaux C. Bats, coronaviruses, and deforestation: Toward the emergence of novel infectious diseases? *Front Microbiol*. 2018;9:702.
8. Le Quéré C, Jackson RB, Jones MW, et al. Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nat Clim Chang*. 2020:1-7.

9. FAO. El Trabajo de La FAO Sobre El Cambio Climático. Vol 124.; 2018. <http://www.fao.org/3/CA2607ES/ca2607es.pdf>.
10. FAO. 100 Datos En 14 Temas Conectado a Las Personas , La Alimentación Y El Planeta.; 2015. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mdg/100_facts/100facts_ES.pdf_facts/100facts_ES.pdf.
11. FAO. Global Food Losses and Food Waste Extent. Rome; 2011. <http://www.fao.org/3/a-i2697e.pdf>.
12. FAO. Food Wastage Footprint. Impacts on Natural Resources.; 2013. www.fao.org/publications.
13. Naciones Unidas. Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. Vol 62301.; 1992. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.
14. Padgett JP, Steinemann AC, Clarke JH, Vandenberg MP. A comparison of carbon calculators. *Environ Impact Assess Rev.* 2008;28(2-3):106-115. doi:10.1016/j.eiar.2007.08.001
15. Wiedmann T, Minx J. A Definition of Carbon Footprint. In: *Pertsova, Ecological Economics Research Trends. Vol 1. Hauppauge. Ney York: Nova Science; 2007:1-11.* doi:10.1088/978-0-750-31040-6
16. Espíndola C, Valderrama JO. Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Inf Tecnol.* 2012;23(1):163-176. doi:10.4067/S0718-07642012000100017
17. Banco de Alimentos Navarra. Banco de Alimentos Navarra. <https://www.bancoalimentosnavarra.org>. Published 2018. Accessed February 15, 2020.
18. Parfitt J, Barthel M, MacNaughton S. Food waste within food supply chains: Quantification and potential for change to 2050. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2010;365(1554):3065-3081. doi:10.1098/rstb.2010.0126
19. European Commission. Preparatory Study on Food Waste Across Eu 27. Vol 33.; 2010. doi:10.2779/85947
20. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Informe Del Consumo En España. Madrid; 2017. https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/informeconsumoalimentacionenespana2017_prefinal_tcm30-456186.pdf.
21. Oficina de Prevención de Residuos y de Impulso a la Economía Circular. El Desperdicio Alimentario En Navarra. Pamplona; 2019. <https://www.navarraagraria.com/categories/item/1615-desperdicio-alimentario-en-navarra>.

22. FAO. Despilfarro de alimentos: datos y cifras clave. FAO. <http://www.fao.org/news/story/es/item/196450/icode/>. Published 2013. Accessed June 16, 2020.
23. FAO. Huella Del Despilfarro de Alimentos.; 2013. <http://www.fao.org/nr/sustainability/despilfarro-de-alimentos/es>.
24. Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>. Published 2015.
25. FAO. Seguridad Alimentaria y Nutricional Conceptos Básicos. Cumbre Mundial de Alimentación. <http://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/temas/conceptos-basicos/es/>. Published 1996. Accessed June 13, 2020.
26. Fernández Moral MJ, Gallego Salcedo M, Gallego Zaragoza I, Navarro Rey JA, Pastor Carretero R. CÁTEDRA BANCOS DE ALIMENTOS-UPM COMO HERRAMIENTA FORMATIVA PARA LA DIFUSIÓN DE LA “CULTURA DEL CONSUMO RACIONAL.” In: Alcañiz; 2014:12. <http://dspace.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/203>.
27. Global FoodBanking Network's. The value we bring. Global FoodBanking Network's. <https://www.foodbanking.org>. Published 2013. Accessed May 5, 2020.
28. FESBAL. Reporte Anual 2017. Madrid; 2017.
29. Organización Internacional del Trabajo. COVID-19 y El Mundo Del Trabajo. Segunda Edición Estimaciones y Análisis Actualizados.; 2020.
30. Global FoodBanking Network's. The Global FoodBanking Network Response to COVID-19 Fighting Hunger During the Coronavirus Pandemic. Global FoodBanking Network's. <https://www.foodbanking.org/covid19/>. Published 2020. Accessed May 5, 2020.
31. Uceda G, Afonso A, De los Ríos I. Cátedra Bancos de Alimentos UPM: Retos Ante El Horizonte Post 2020. El Nuevo Enfoque de Los Bancos de Alimentos En España. Madrid; 2018. https://www.fesbal.org/wp-content/uploads/2018/10/Informe_FESBAL_julio_2018_encuesta_BA.pdf.
32. FAO. Sustainability Assessment Of Food and Agriculture Systems. Guidelines Version 3.0.; 2013. <http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa/en/>.
33. UNEP. Global Environment Outlook 6.; 2019. <https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-6>.
34. MITECO. Guía Para El Cálculo de La Huella de Carbono y Para La Elaboración de Un Plan de Mejora de Una Organización.; 2015. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf.

35. The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. USA; 2012. <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>.
36. González S, Castanheira E, Dias A, Arroja L. Environmental performance of a Portuguese mature cheese-making dairy mill. *J Clean Prod.* 2013;41:65-73. doi:10.1016/J.JCLEPRO.2012.10.010
37. Garnett T. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Policy.* 2011;36:S23-S32. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.10.010>
38. European Commission. Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the Life Cycle Environmental Impacts Related to the Final Consumption of the EU-25.; 2006. doi:10.1109/ICSTCC.2017.8107051
39. UNEP. Waste. Investing in Energy and Resource Efficiency, In The Green Economy Report.; 2011. <http://www.unep.org>.
40. Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>. Published 2015.
41. Chacón Páez I, Pinzón Vargas AC, Ortégón Cortázar L, Rojas Berrio SP. Alcance y gestión de la huella de carbono como elemento dinamizador del branding por parte de empresas que implementan estas prácticas ambientales en Colombia. *Estud Gerenciales.* 2016;32(140):278-289. doi:10.1016/j.estger.2016.08.004
42. Red Española del Pacto Mundial de Naciones Unidas. Sector Agroalimentario Guía Sectorial.; 2018. www.pactomundial.org.
43. VEOLIA. Rapport Sur l’empreinte Environnementale Liee a l’activite de La Banque Alimentaire de Bordeaux & de La Gironde En 2015.; 2016.
44. Systems Eco-Efficient Cropping. Estudio de La Huella de Carbono Del Banco de Alimentos Medina Azahara De. Córdoba; 2020.
45. Generalitat de Catalunya. Cálculo de la reducción de emisiones de una actuación. <https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/Calcul-de-la-reduccio-demissions-duna-actuacio/index.html>. Published 2018. Accessed June 11, 2020.
46. Quantis. From volume to value: Shifting the conversation on food loss and waste. <https://quantis-intl.com/food-loss-and-waste/>. Published 2018. Accessed June 11, 2020.
47. BSI. Guide to PAS 2050: How to assess the carbon footprint of goods and services. 2008:38.
48. UNE-EN-ISO-14064-1:2006. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las

- organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. AENOR. 2015.
49. Frohmann A, Herreros S, Mulder N, Olmos X. Sostenibilidad Ambiental y Competitividad Internacional. La Huella de Carbono de Las Exportaciones de Alimentos. Santiago de Chile; 2015.
 50. Vallejo A, Vallejo MÁ, Nájera J, Garnier LA. Guía Metodológica Para La Huella de Carbono y La Huella de Agua En La Producción Bananera. Roma y San José; 2017. <http://www.fao.org/3/I8333ES/i8333es.pdf>.
 51. Gobierno de Navarra. Residuos Domésticos y Comerciales Inventario 2018.; 2019. <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/02435035-9176-4658-9942-12D4961440B8/456036/1Domesticos.pdf>.
 52. Oficina de Prevención de Residuos y de Impulso a la Economía Circular. Las iniciativas que optan por limitar el depósito incorrecto de residuos en el contenedor resto ofrecen buenos resultados. OPREC. <https://oprec-navarra.com/limitaciones-abren-puerta/>. Published 2020. Accessed June 13, 2020.
 53. ADEME. Resource centre for greenhouse gas accounting. Bilans Ges. <https://www.bilans-ges.ademe.fr/en/accueil>. Published 2016. Accessed June 13, 2020.
 54. MITECO. Prevención de La Contaminación e Impacto Climático En Función de La Selección de Las Diferentes Alternativas de Alimentación.; 2019. https://ecodes.org/documentos/4_Documentacion-MITECO.pdf.
 55. MITECO. Factores de Emisión Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono.; 2020. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf.
 56. Oficina Catalana del Canvi Climàtic. Guia Pràctica per Al Càlcul d'emissions de Gasos Amb Efecte d'hivernacle (GEH).; 2019. https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH/guia_de_calcul_demissions_de_co2/200301_Guia-practica-calcul-emissions_CA.pdf.
 57. EMASP S. COOP. Energías 100% renovables. <https://www.emasp.org/cooperativa-comercializadora-energia-renovable>. Published 2020. Accessed May 12, 2020.
 58. Montejano E. Comparación de distintos escenarios de tratamiento de residuos urbanos en la ciudad de madrid mediante la metodología de la huella de carbono. 2018. http://oa.upm.es/50486/1/TFG_ELENA_MONTEJANO_NARES.pdf.